PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON DR. A. J. KIESER • VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1397 Jahrgang XXVII. 45 5. VIII. 1916

Das Problem der künstlichen Hand.

Zur Technik des Arm- und Handersatzes der Kriegsverletzten.

Von Th. Wolff, Friedenau.

Mit zwanzig Abbildungen.

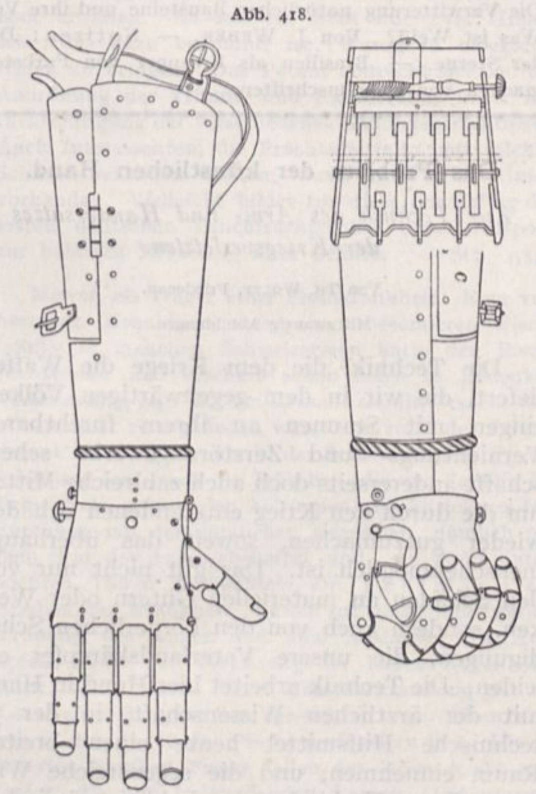
Die Technik, die dem Kriege die Waffen liefert, die wir in dem gegenwärtigen Völkerringen mit Staunen an ihrem furchtbaren Vernichtungs- und Zerstörungswerke sehen, schafft andererseits doch auch zahlreiche Mittel, um die durch den Krieg entstandenen Schäden wieder gutzumachen, soweit das überhaupt menschenmöglich ist. Das gilt nicht nur von den Schäden an materiellen Gütern oder Werken, sondern auch von den körperlichen Schädigungen, die unsere Vaterlandskämpfer erleiden. Die Technik arbeitet hier Hand in Hand mit der ärztlichen Wissenschaft, in der ja technische Hilfsmittel heute einen breiten Raum einnehmen, und die segensreiche Wirkung dieser Verbindung zwischen technischer und ärztlicher Kunst tritt in den gesteigerten Erfolgen unseres heutigen Kranken- und Sanitätswesens vielfach in Erscheinung. Eines der wichtigsten Gebiete des Zusammengehens von Techniker und Arzt ist der Gliedersatz, also die Behandlung jener Schäden, die in dem Verlust eines oder gar mehrerer Glieder bestehen. Nachdem hier der Arzt seine Arbeit getan hat und die schwere Wunde, die durch den gewaltsamen Verlust eines Gliedes entstand, verheilt und vernarbt ist, geht nunmehr der Techniker daran, dem Verletzten ein künstliches Glied zu schaffen, das nicht nur die entstandene körperliche Entstellung beseitigen soll, sondern auch so beschaffen sein muß, daß es dem Verletzten möglich ist, sich mit dem Kunstgliede wie mit seinem verlorengegangenen natürlichen Gliede zu betätigen und so trotz des erlittenen schweren körperlichen Schadens nach wie vor arbeits- und berufsfähig zu bleiben. Auf diesem Gebiete ist gerade in den letzten Jahren sehr viel geleistet und erreicht worden, und der gegenwärtige Krieg, der ja so viele Tausende kräftiger Männer um ihre gesunden Glieder gebracht und der daher die menschliche Hilfeleistung für solche Fälle dringender als jemals vorher zur Notwendigkeit gemacht hat, war für die ärztliche Wissenschaft wie für die Technik in gleichem Maße ein mächtiger Ansporn zur Schaffung zahlreicher und wertvoller Neuerungen und Verbesserungen.

Es liegt in der Natur der Sache begründet, daß der Verlust eines Armes allgemein schwerer empfunden wird als der eines Beines oder Fußes, und dementsprechend ist auch der Arm- und Handersatz das wichtigere und, wie gleich bemerkt werden kann, ein ungleich schwierigeres Problem der Technik des Gliedersatzes als der Beinersatz. Für die Arbeit, durch welche sich der Verletzte wirtschaftlich betätigen und moralisch von seinem schweren Verluste wieder aufrichten soll, ist die Hand ein wesentlich wichtigeres Organ als Bein und Fuß, deren Ersatz im Verlustfalle auch nur verhältnismäßig geringe technische Schwierigkeiten bietet. Schon das einfache Stelzbein ist ein brauchbarer Beinersatz, der dem Verletzten die Funktion des verlorengegangenen Gliedes durchaus möglich macht, und die heutigen Kunstbeine lassen äußerlich wie auch in der Tätigkeit fast kaum noch einen Unterschied gegenüber dem natürlichen Organ erkennen. Die wesentlich größeren technischen Schwierigkeiten des Ersatzes von Arm und Hand sind in den Funktionen dieser Organe begründet. Arm und Hand haben ungleich verschiedenartigere und kompliziertere Bewegungen auszuführen als Bein und Fuß, und die auch nur notdürftige Nachahmung der Funktionen eines dieser Glieder durch ein

Ersatzglied erfordert daher auch einen viel komplizierteren Apparat. Während wir daher das künstliche Bein, wenn auch nur in der einfachen Form des Stelzfußes, schon seit Jahrhunderten, ja Jahrtausenden als allgemeines und durchaus brauchbares Hilfsmittel der Einbeinigen in Anwendung finden, gehörten künstliche Hände zu den allergrößten Seltenheiten der vergangenen Zeit, einerseits, weil ihre Herstellung ein ungleich schwierigeres Kunststück war, das vollkommen niemals glückte, und andererseits, weil die Verfertigung eines solchen Kunstgliedes mit entsprechend hohen Kosten verknüpft war, so daß sich der Verunglückte nur dann, wenn er sehr reich war, den Besitz eines solchen gewähren konnte. So ist auch aus dem Altertum, das in der Herstellung mechanischer Vorrichtungen und Apparate für die verschiedensten Zwecke doch vielfach sehr Bedeutendes geleistet hat, und in welchem nicht nur der Stelzfuß, sondern sogar schon eine verbesserte Form des künstlichen Beines im Gebrauch war, nur ein einziger Fall der Verfertigung einer künstlichen Hand bekannt. Der römische Schriftsteller Plinius der Jüngere berichtet von einem Römer Namens Marcus Sergius, der um das Jahr 200 v. Chr. im zweiten Punischen Kriege die rechte Hand verlor und sich nach seinen Angaben von einem geschickten Sklaven eine künstliche Hand anfertigen ließ, die er am Armstumpf befestigte, und mit der er nach wie vor die Waffen führen konnte. Über die technischen Einzelheiten dieser ältesten bekannt gewordenen Ersatzhand weiß allerdings auch Plinius nichts zu berichten. Erst etwa ein Jahrtausend später erfahren wir dann wieder von einer künstlichen Hand, und zwar durch eine Inschrift auf einem Grabstein aus dem Jahre 886, die mitteilt, daß der dort begrabene Falkner, Odon geheißen, sich für seinen in der Schlacht verlorenen Arm einen eisernen anfertigen ließ, mit dem er ebenso wie mit einem wirklichen Arm gekämpft habe. Auch über die Technik dieses Kunstgliedes ist nichts Genaueres bekannt geworden.

Wieder hören wir erst abermals nach einem Zeitraum von mehreren Jahrhunderten von künstlichen Händen, und zwar aus dem Verlaufe des 16. Jahrhunderts, aus dem mehrfach die Verfertigung derartiger Kunstglieder bekannt geworden ist. Das bekannteste Beispiel einer künstlichen Hand aus jener Zeit ist wohl die eiserne Hand des Ritters Götz von Berlichingen, die kaum weniger als ihr Besitzer selber eine geschichtliche Berühmtheit geworden ist. Der Ritter Götz von Berlichingen, den Goethe in seinem Schauspiel mehr idealistisch als den Tatsachen entsprechend als ritterlichen Kämpen und Biedermann verherrlicht hat, und der in Wahrheit ein ziemlich skrupelloser Raub- und Strauchritter war, hatte bei der Belagerung von Landshut im Jahre 1504 durch einen Schuß aus einer Feldschlange seine rechte Hand verloren. Seiner kriegerischen Laufbahn schien damit ein Ende gesetzt. Um jedoch dem geliebten Waffenhandwerk nicht ganz entsagen zu müssen, kam er auf den Gedanken, sich eine künstliche Hand aus Eisen anfertigen zu lassen. Er selbst dachte sich daher die Konstruktion und den Mechanismus eines für diesen Zweck geeigneten Kunstgliedes aus und ließ dann die Hand in Stahl von einem Waffenschmied bei Jagsthausen in Württemberg, dem Stammsitz

Abb. 418.

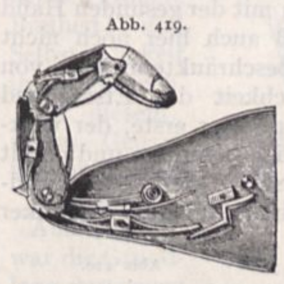


Die eiserne Hand Götz von Berlichingens.

der Berlichingen, nach seinen Angaben verfertigen. Das Kunstwerk (Abb. 418), das bis auf den heutigen Tag erhalten geblieben und dessen Konstruktion uns sehr genau bekannt ist, bestand aus einer Stulpe aus Stahlblech, die über den Armstumpf gezogen und an diesem angeschnallt wurde; um die Stulpe möglichst leicht und bequem anlegen zu können, war sie mit einer Klappe versehen, die geöffnet und geschlossen werden konnte. An der Stulpe war die eigentliche Hand befestigt. Sie war der natürlichen Hand in Form und Gliederung genau nachgeahmt und gab besonders Gliederung, Stellung und Bewegung der Finger getreu wieder. Die einzelnen Hand- und Fingerglieder waren ganz nach dem Vorbild der natürlichen Hand hergestellt, waren durch Scharniere gelenkig

und durch Federn beweglich und mit großer Geschicklichkeit zusammengefügt. Der Mechanismus bestand aus Federn, Hebeln und Sperrrädern nach Art eines Gewehrschlosses. Die Beugung der gestreckten Finger wurde entweder mit der gesunden linken Hand ausgeführt oder durch Aufstützen der Finger auf eine ebene Unterlage, etwa die Tischplatte, bewirkt. Jeder Finger (Abb. 419) konnte in jedem seiner drei Gelenke gebeugt werden und behielt, nachdem er gebeugt worden war, diese Stellung fest bei. Um die gebeugten Finger wieder zu strekken, waren besondere Drückvorrichtungen vorhanden, nämlich je ein Druckknopf über dem Daumen und dem kleinen Finger in der Höhe der Handwurzel. Wurde auf den Knopf über dem kleinen Finger gedrückt, so sprangen die vier Finger gleichzeitig aus der gebeugten in die gestreckte Lage zurück; um auch die Streckung des Daumens zu bewirken, mußte auf einen über diesem Glied befindlichen Knopf gedrückt werden. In ganz ähnlicher Weise konnte auch die ganze Hand im Handgelenk entweder mit Hilfe der gesunden Hand oder durch Aufstützen gebeugt und durch Drücken auf einen Knopf auf dem Handrücken unterhalb des Gelenks wieder gestreckt werden. Unter Beugen und Strecken aller Finger konnte sich so die Hand schließen und öffnen und hielt in geschlossenem Zustande einen hineingesteckten Gegenstand, wie etwa den Schwertgriff, mit großer Kraft unbeweglich fest. Es ist anzunehmen, daß der Mechaniker die Hand ganz nach dem Modell der natürlichen Hand gearbeitet und zu diesem Zweck vielleicht ein Handskelett bei der Arbeit vor sich gehabt hat. Die fertige und vollständig aus Eisen bestehende Hand hatte ein Gewicht von 1,5 kg, war also durchaus nicht besonders schwer.

Abb. 419.



Ein Finger der eisernen Hand.

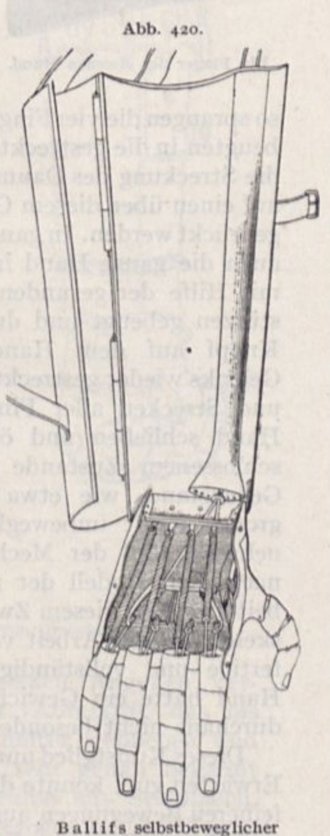
Dieses Kunstglied nun bewährte sich über alles Erwarten gut; konnte die Hand zwar auch keine feineren Bewegungen ausführen, so war sie doch, was ihrem Besitzer die Hauptsache war, imstande, das Ritterschwert zu führen, und hielt dieses so unverbrüchlich fest, wie nur je eine Hand ein Schwert halten konnte, so daß Götz, der nach seinem Ersatzglied bald allgemein der Ritter mit der eisernen Hand genannt wurde, nach wie vor seinem kriegerischen Tatendrange nachgehen konnte. Fünfundzwanzig Jahre war er alt, als er sich die eiserne Hand anfertigen ließ, und nahezu sechzig Jahre focht er mit dieser in zahllosen Fehden und Schlachten, sich und seine Eisenfaust in ganz Europa berühmt machend. Noch heute wird die eiserne Hand Götz von Berlichingens auf dem Stammschlosse in Jagsthausen gezeigt. Noch einige andere Fälle von Hand- und Armersatz dieser Art sind aus jener Zeit bekannt geworden. So wird von einem Seeräuber Barbarossa Horuk berichtet, der im Jahre 1517 durch das Geschoß einer Wurfmaschine seine rechte Hand verlor und sich eine eiserne machen ließ, die er am Ellbogen befestigte, und mit der er späterhin noch oft und glücklich gekämpft haben soll. Bekannt als der Verfertiger künstlicher beweglicher Glieder aus Eisen wurde in der Mitte des 16. Jahrhunderts ein Schlosser aus Paris, der „der kleine Lothringer" genannt wurde. Außer verschiedenen künstlichen Beinen stellte er auch eine eiserne Hand für einen Amputierten her, die aus Eisenblech gefertigt und wie ein Ritterhandschuh geformt war. Durch eine Feder wurde die Streckung, durch eine andere die Beugung der Finger bewirkt, doch war das Handgelenk unbeweglich, auch konnten alle Finger nur gleichzeitig bewegt werden. Die Hand war keinesfalls so kunstvoll und daher auch bei weitem nicht so gut verwendbar wie die Götz von Berlichingens und hat auch lange nicht solche Berühmtheit erlangt. Eine ähnliche eiserne Hand, die ebenfalls aus jener Zeit stammt, wurde in einem alten Flußbett bei Neuruppin gefunden; dort mag einst in einer Schlacht ein Rittersmann, der schon vordem seine natürliche Hand verloren hatte, auch noch die künstliche eiserne Hand verloren haben, die er sich als Ersatz für jene hatte machen lassen. Vielleicht hat er bei dieser Gelegenheit auch einen rühmlichen Schlachtentod gefunden, denn außer jener eisernen Hand fand man an der Stelle auch noch die Reste einer Lanze, eines Schildes und des Hufbeschlages. Noch mehrfach liegen Erwähnungen und zum Teil auch Beschreibungen künstlicher Hände aus dieser und der darauf folgenden Zeit vor. Sie waren alle nach dem Prinzip der eisernen Hand Götz von Berlichingens konstruiert, wenn auch zumeist nicht so gut ausgeführt wie diese, und sie alle dienten, ebenfalls wie diese, nur dem einen Zweck, das Schwert oder sonstige Waffen festzuhalten. Die Waffe wurde in die an den Armstumpf angeschnallte Hand eingeklemmt und von dieser festgehalten, so daß der Kämpe die Waffe tatsächlich wie mit der gesunden Hand regieren konnte.

Die Eisenhände der Ritterzeit waren also hinsichtlich ihrer Verwendungsfähigkeit von ausgesprochener Einseitigkeit. Sie dienten lediglich der Führung der Waffen und waren ausschließlich für diesen einzigen Verwendungszweck eingerichtet. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts finden wir zum ersten Male Versuche vor, künstliche Hände von allge-

meinerer Verwendungsfähigkeit herzustellen. Zu den ersten Versuchen dieser Art gehören wohl die künstlichen Arme und Hände, die der Engländer Wilson aus Edinburgh um das Jahr 1790 herstellte. Diese waren nicht aus Eisen, sondern aus besonders präpariertem Leder verfertigt; infolge der natürlichen Geschmeidigkeit des Materials waren die einzelnen Glieder auch ohne besondere Gelenkvorrichtungen beweglich; besondere Haltevorrichtungen dienten dazu, die Finger in der ihnen gegebenen Lage zu erhalten. Ein festeres Halten konnte mit dieser Hand nicht erreicht werden; die Finger konnten wohl um den fraglichen Gegenstand herumgelegt werden, hielten ihn jedoch nicht eigentlich fest. Doch war die Hand in der Innenfläche mit Federn und Schrauben versehen, an welchen kleinere Gegenstände, wie Messer und Gabel, zweckentsprechend befestigt werden konnten. Für solche und ähnliche leichtere Verwendungszwecke reichte die Hand aus, im übrigen aber war ihre praktische Gebrauchsfähigkeit nur eine sehr beschränkte. Ihr Hauptwert lag in der Beseitigung des peinlichen und unästhetischen Eindrucks des verstümmelten Gliedes, und da sie diesem Zweck recht gut entsprach, erlangte die Wilsonsche Kunsthand damals bei den Einarmigen viel Anerkennung und Verbreitung.

Bei den Kunsthänden der bisher beschriebenen Konstruktionen, sowohl bei den Eisenhänden der Ritterzeit als auch bei den Wilsonschen Kunsthänden und ähnlichen Erzeugnissen, war eine Bewegung der künstlichen Hand durch sich selbst, also eine willkürliche Bewegung nach Art der natürlichen Hand, nicht möglich. Diese Hände konnten sich nicht selbst bewegen, sondern nur bewegt werden. Um Beugen oder Strecken der Finger wie auch der ganzen Hand und die sonstigen Bewegungen und Funktionen derselben zu bewirken, mußte die gesunde Hand zu Hilfe genommen werden, die durch Drücken auf einen Knopf oder in sonstiger Weise jene Bewegungen der Kunsthand auslöste. Eine Kunsthand dieser Art kann nicht wirklich greifen, sondern nur einen in sie eingeklemmten Gegenstand tragen oder halten, sie ist nur passiv beweglich. In dieser Beschränktheit lag sowohl die Einseitigkeit dieser Kunstglieder als auch die Umständlichkeit beim Gebrauch derselben begründet. Eine Kunsthand, die auch aktiv beweglich ist, die sich also aus sich selbst beugen und strecken kann und so nach Art der natürlichen Hand zu greifen vermag, läßt einen viel erweiterten Gebrauch zu. Die Versuche zur Herstellung solcher aktiv beweglicher Kunsthände, die ebenfalls schon recht weit zurückliegen, gingen überwiegend von deutschen Technikern aus. Als den ersten Versuch dieser Art können wir vielleicht die Arbeiten des Breslauer Mechanikers Klingert bezeichnen, der um das Jahr 1796 mit einer neuen Art künstlicher Hände an die Öffentlichkeit trat. Die Klingertsche Kunsthand war mit Gelenken versehen und durch diese in den einzelnen Gliedern beweglich; durch Darmsaiten, die von den Spitzen der Finger aus durch das Innere derselben nach dem Handgelenk gingen und sich hier zu einem Strang vereinigten, konnte die Hand zur Faust geschlossen, gleichsam zugezogen werden. Das Zuziehen mit dem Strange mußte freilich wiederum mit der gesunden Hand besorgt werden, so daß auch hier noch nicht oder doch nur in sehr beschränktem Sinne von einer aktiven Beweglichkeit der Ersatzhand gesprochen werden kann. Der erste, der wirklich ein aktives Kunstglied herstellte und damit der Technik des Gliedersatzes eine neue Grundlage gab, war der Berliner Chirurgie-Techniker Paul Ballif. Dieser brachte bei der Konstruktion und Funktionsweise der von ihm gefertigten Kunsthände eine ganz neues Prinzip zur Anwendung, das darin bestand, die Schulter- und Rumpfbewegungen auf die Kunsthand und ihre einzelnen Teile zu übertragen und diese so in Bewegung zu setzen. Die Ausführung dieses Gedankens erfolgte in der Weise, daß die Finger und der Unterarm des Ersatzgliedes durch Riemen und Saiten vermittels eines Brustgurtes mit Schulter und Rumpf in Verbindung gebracht wurden. Auf diese Weise bewirkte beispielsweise das Vor- und Rückwärtsbeugen der Schulter oder das Neigen des Rumpfes eine Beugung des Ellenbogens, Vorwärts- und Seitwärtsheben des Rumpfes dagegen Streckung der gebeugten Finger, die nach Aufhören dieser Bewegung infolge Federkraft von selbst wieder in die Beugestellung zurückgingen. Auf diese Weise war eine willkürlich bewegbare aktive Kunsthand geschaffen, die sich in ihren Bewegungen und Funktionen in viel höherem Grade als die früheren Kunstglieder der natürlichen Hand näherte, die sich

Abb. 420.



Ballifs selbstbeweglicher Kunstarm.

selbst bewegte und die andere Hand nicht mehr oder doch nur aushilfsweise benötigte. Diese Hand erwies sich im Gebrauch als natürlicher und verwendungsfähiger als die früheren Kunstglieder und gab ihrem Träger eine erheblich größere Freiheit und Selbständigkeit im Gebrauch. Mit diesem neuen Gedanken und seiner praktischen Ausführung war die Grundlage der neuen Technik des Gliedersatzes geschaffen, die in der Folgezeit von Ärzten und Technikern noch weiter ausgebaut wurde, und auf der noch heute die Herstellung der willkürlich bewegbaren Kunstglieder im wesentlichen beruht, wenn seitdem in der technischen Ausführung jenes Prinzips allerdings auch bedeutende Verbesserungen und Neuerungen erreicht worden sind. (Fortsetzung folgt.) [1765]

Abb. 421.

Die Befestigung des Ballif-Armes.

Ernährungsfragen.

Von Dr. F. Tschaplowitz.

(Schluß von Seite 693.)

Von verschiedenen Seiten wird neuerdings, gestützt auf nicht einwandfreie Versuche und unvollkommene Beweise, einer eiweißärmeren Kost sehr das Wort geredet. Die ausgezeichneten Untersuchungen R. O. Neumanns zeigen jedoch, daß ein geistig arbeitender Mann (überdies ein schwacher Esser) immerhin noch 74 g Eiweiß neben 117! g Fett bedarf. Da aber weiter immer und bei jeder einzelnen Versuchsperson die persönliche Neigung, Geschmacksrichtung und andere Umstände mit ins Spiel kommen, so liegt die Vermutung nahe, daß ein anderer Konsument, der weniger fett gelebt hätte, wohl ein größeres Eiweißbedürfnis entwickelt haben würde.

Wenn zur Frage steht, ob unsere Kost Fleisch enthalten muß, so ist anzuführen, daß ja die Wissenschaft die allgemeine Erfahrung bestätigt, daß in unserem Klima und bei unserer Mehrarbeit eine verständige, mit Fleischzusatz durchgeführte Ernährung besser wirkt (auf Grund der oben angeführten Leichtverdaulichkeit des tierischen Eiweiß) als eine vegetarische. Nichtsdestoweniger steht es wissenschaftlich ebenso fest, daß Personen auch ohne Fleisch bei vegetabilischer Nahrung zu leben und zu arbeiten vermögen, insbesondere, wenn Butter, Eier, Milch nicht ausgeschlossen werden. Übrigens besitzen ja die Pflanzenfette, Öle einen gleichen kalorischen Wert wie die Tierfette, und der Zucker ist das leichtest verdauliche Kohlehydrat, das jedoch überall nur in kleinen Mengen vorkommt — mit Ausnahme süßer Früchte, der Rüben. Aber die Hauptnachteile der vegetarischen Ernährung bestehen zunächst in der Schwerverdaulichkeit des pflanzlichen Eiweiß, das in seiner chemischen Zusammenstellung dem menschlichen Eiweiß weit weniger verwandt ist, als das des Fleisches. Die Zersetzungen, Spaltungen und sonstigen chemischen Umsetzungen finden weit langsamer und schwieriger statt; die Verdauung erfordert einen besonders kräftigen Magen — und die freiwerdende Kraft stellt sich weit langsamer ein. Der Fleischverzehrer fühlt sich weit rascher auch mehr von seinem Kraftgefühl durchdrungen. Sodann ist das Vorkommen des Pflanzeneiweiß nur ein spärliches; es findet sich zwar in allen Pflanzen, aber mit Ausnahme der Hülsenfrüchte Erbsen, Linsen, Bohnen usw. überall, z. B. auch in den Gemüsen, nur in geringen Mengen, so daß wir zur Deckung unseres Eiweißbedarfes z. B. von Gemüsen übergroße Mengen zu uns nehmen müßten. Viele Vegetarier scheinen es aber auf eine Herabsetzung unseres Eiweißgenusses abzusehen, was doch wohl von schädlichen Folgen begleitet sein würde. Wir müßten also zur Herstellung unserer Kost, wenn wir die oben angegebenen Verhältnisse einhalten wollten, fortgesetzt, tagtäglich zur Verwendung der eiweißreichen Hülsenfrüchte greifen. Hülsenfrüchte als Hauptgericht lassen sich doch höchstens einmal in der Woche auf den Tisch bringen. Ferner bieten die Umständlichkeit und Mühe der Herstellung der Gerichte überhaupt Schwierigkeiten. Schon die Gemüse werden in vielen Küchen nicht gern und nur in kleinen Mengen, mehr des Geschmackes willen verabfolgt. Bei Verwendung der Hülsenfrüchte ist die

Umständlichkeit der Herstellung sehr störend. Überdies folgen dem Genusse dieser Früchte bei vielen Personen krankhafte Magenbeschwerden.

In unserer Zeit, dem Zeitalter der Maschine, tritt die eigentliche Schwerarbeit sehr zurück. Der heutige Arbeiter hat — mit Ausnahmen — weit mehr an Geduld, Aufmerksamkeit und ruhigem, sicherem, aber rechtzeitigem Zufassen zu leisten, als in besonderer und starker Kraftentwicklung. Handwerker und andere Leichtarbeiter, auch Büreauarbeiter, Schriftsteller, Gelehrte sind allenfalls, aber keineswegs durchaus, imstande, ohne Schaden Arbeit ohne Fleischgenuß zu verrichten, wenn ihnen nur die einzelnen Nährstoffe in genügender Menge zur Verfügung stehen; also Hülsenfrüchte, oder besser Nahrungsmittel mit leichter verdaulichem Pflanzeneiweiß (z. B. Spargel, Gemüse, Pilze), sodann Fette (Provenceröl, Mohnöl, Buchkeckeröl, Leinöl), Zucker (Marmelade), endlich auch Kartoffeln oder Getreidemehl. (Gemüse stehen im allgemeinen, da sie etwas Eiweiß enthalten, ernährungs-physiologisch etwas höher im Wert als Kartoffeln; ihr Marktpreis aber steht gewöhnlich auf einer ganz unberechtigten Höhe!)

Hier bedarf es jedoch einer besonderen Mahnung! Der großen Anpassungsfähigkeit des Organismus zufolge vermag sich derselbe nach und nach an Entbehrungen bei der Ernährung (und an Wärmemangel) zu gewöhnen. Sehr viele erleiden Mangel infolge des Zwanges der Armut oder auch infolge von Täuschungen, Selbstsuggestion und Mißverständnissen usw., gewöhnen sich daran und ertragen zuletzt ganz unbewußt und zufrieden, vielleicht sogar stolz auf die „Einfachheit" ihrer Lebensweise, den Druck ihrer Lage, werden sich aber der Folgen nicht bewußt! Aus dieser Gewohnheit läßt sich der Organismus gewöhnlich nicht leicht wieder herausbringen. Daß aber eine solche Unterernährung (und Wärmemangel) in der Jugend großen Nachteil für das Wachstum und die gesamte Entwicklung mit sich bringt, ist wohl selbstverständlich! Ebenso folgt bei Erwachsenen bei ähnlichen Entbehrungen stets eine Herabsetzung aller physiologischen Leistungen und der geistigen Tätigkeit sowohl wie der durch Muskelkraft bewirkten.

Es scheint, daß die pflanzlichen Nahrungsmittel doch mehr nur für die Bewohner wärmerer Länder sich eignen, wohl auch da, wo es weniger auf rasche, plötzliche Energieentfaltung ankommt. Wird auch der Zucker rascher verdaut als das Fett, so entwickelt er doch eine viel geringere Menge von Wärmeeinheiten, da er schon an 50% Sauerstoff, das Fett aber nur etwa ein Fünftel dieser Menge enthält, wie sich in den S. 692 angegebenen Zahlen der Kalorien ausspricht. Die Lebensweise der Indier z. B. ist mehr auf Beschaulichkeit, kontemplatives Denken gerichtet. Sie sind bekanntlich in theosophischen Untersuchungen und metaphysischen Spekulationen allen anderen Völkern seit Jahrtausenden voraus und überlegen. Aber Kraft, Mut, Entschlußfähigkeit, sich des englischen Joches zu entledigen, fehlen ihnen bis heute. Unser Gesamtorganismus und auch speziell der Verdauungsapparat ist indessen individuell verschieden geartet. Wir finden auch bei uns öfter, daß einzelne Personen auch bei vegetarischer Kost oft nicht unbedeutende Arbeit zu leisten vermögen. Hier und da dürften sich Ausnahmeleistungen wohl auf einen vorübergehend erhöhten Genuß von Butter oder Fett, Öl, oder von Ei, Quark, Käse oder Zucker oder Honig zurückführen lassen. Vorläufig sind wir leider gezwungen, soviel wie möglich Eiweiß aus pflanzlichen Produkten, Hülsenfrüchten, auch aus eiweißarmem Getreidemehl, Gemüsen zu ziehen. Es muß aber als arge Selbsttäuschung bezeichnet werden, wenn bei der Empfehlung einer „einfacheren" oder mehr vegetarischen Lebensweise immer unterstellt wird, es komme nur auf den guten Willen des Verzehrers an: langsamere Verdauung (des Pflanzeneiweiß) bedingt verzögernde Kraftausgabe, ist mindestens Zeitverschwendung, also Kraftmangel! Schon vom Friedensbrot wird die stickstoffreie Masse nicht voll ausgenützt, d. h. es wird ein bestimmter Teil der Kohlehydrate unverdaut abgeführt, da das Nährstoffverhältnis des Brotes, 1 Teil Eiweiß zu 8 bis 9 Teilen Kohlehydraten, ein Mißverhältnis ist. Es fehlt also am Eiweiß (muß in Gestalt von Hülsenfrüchten, Quark, Käse, Ei, Fleisch zugesetzt werden). Es fehlt auch an Fett oder Zucker, statt dessen wurde dem Brote in Gestalt von Kartoffeln noch eine große Menge von Nichteiweiß zugesetzt, also das Mißverhältnis noch vergrößert. Brot bildet aber jetzt die Hauptnahrung eines sehr großen Teils unserer Bevölkerung, eines Teiles, der nicht imstande ist, dieses Mißverhältnis durch Zukauf von teueren eiweiß- und fettenthaltenden Nährstoffen oder auch nur von Fett oder Zucker zu verbessern. Gewisse Klassen des Mittelstandes sind sogar noch schlechter gestellt als die Arbeiter. Der Mangel an richtig gemischter Nahrung, also an Wärmeeinheiten = Krafteinheiten, muß sich sofort in dem genau gleichgroßen Mangel an arbeitsfähiger Körperkraft zeigen. Das zuerst auftretende Gefühl des Vollseins schwindet rasch und macht einem nagenden, auch bei fortgesetzter Unterernährung täglich sich steigernden und zu verzweiflungsvollen Taten treibenden Hungergefühl Platz. Der Verdauungsapparat bzw. unser Organismus gibt eben nur für jedes Gramm einer richtig zu-

sammengesetzten Nahrung ein lediglich ganz genau entsprechendes Kraftquantum zurück. Der Magen funktioniert eben, wie oben schon angegeben, lediglich als Kraftüberträger, nicht als Krafterzeuger! Es ist eine arge Selbsttäuschung, anzunehmen, daß es nur des Füllens des Magens (mit beliebig zusammengesetzten Nahrungsmitteln), nur des scheinbaren Sattseins bedarf. Dieses Gefühl des Sattseins trügt in diesem Falle sehr — es verschwindet auch sehr schnell wieder; man beachte nur, mit welcher Hast ein mit Kartoffeln oder Brot Vollgestopfter nach einem Bissen Fleisch oder noch lieber Wurst zum Ersatz von Eiweiß und Fett greift. Ein mit normaler Kost in Wirklichkeit Gesättigter verlangt weder Fleisch noch Fett noch einen anderen Nährstoff.

Für gewisse Fälle sind Abänderungen des Nährstoffverhältnisses sowie auch des Kostmaßes erlaubt oder sogar geboten. Dagegen straft sich jede unüberlegte Abweichung vom gewohnten berechtigten und berechneten Nährstoffverhältnis, weil jedes Stoffquantum, das außerhalb des Nährstoffverhältnisses liegt, unverdaut als gesundheitsschädlicher Ballast zurückbleibt. Verdaut wird normalerweise dem Minimumgesetz entsprechend nur diejenige geringere Menge, die sich mit dem Nährstoffverhältnis vereinigen läßt.

Zucker für Butter. Der Gedanke bei unserer Ernährung, Fett oder Butter in reichlicherem Maße als bisher durch Zucker zu ersetzen — was physiologisch möglich ist und in heißen Ländern tatsächlich in ausgebreitetstem Maße stattfindet —, ist auch bei uns schon öfter in die Tat umzusetzen versucht worden, so in Kasernen. Die vollständige Ersetzung unseres ganzen Fettbedarfes würde allerdings ein sehr großes Quantum Zucker erfordern, da erst 2,2 g Zucker einem Gramm Fett an Verdauungswert gleichkommen. Bei unserer normalen Ernährung würde alsdann ein erwachsener Arbeitender 220 g Zucker täglich zu sich nehmen müssen, da wir bei der Zusammensetzung der gewohnten Nahrung nicht ungestraft aus dem Rahmen des Nährstoffverhältnisses und des täglichen Kostmaßes heraustreten dürfen. Ein so großes Quantum von fast einem halben Pfund Zucker verträgt der Verdauungsapparat Erwachsener, auch zeitlich verteilt, nicht oder kaum, und die entsprechenden sehr großen Mengen von Sirup, Mus, Marmelade würden gar nicht unterzubringen sein.

Ein teilweiser Ersatz des Fettes durch Zucker geht allerdings an, wird auch schon längst überall ausgeführt.

Das oben angegebene Nährstoffverhältnis ist, wie angegeben, in gewisser Weise biegsam, abänderungsfähig. So würde ein Kind, dessen Nährstoffverhältnis (auf Grund seines Körpergewichts berechnet) etwa 50 g Eiweiß, 50 g Fett zu 150 bis 200 g Kohlehydrate betrage, 110 g Zucker täglich zu genießen haben, ein Quantum, das mit Vergnügen aufgenommen werden würde. Doch dürfte auch hier eine vollkommene Fettersetzung aus hygienischen Gründen nicht anzuraten sein.

Seit wir neuerdings an Zuckermangel leiden, wird an Ersatz des Zuckers durch Saccharin gedacht. Die Reichsregierung scheint aber mit Recht hygienische Bedenken gegen eine so ausgebreitete Verwendung dieses Teerpräparates zu hegen, das überdies kein Nährstoff ist, dem nicht einmal der Rang eines Genußmittels, wie Kaffee, Tee, Alkohol, zukommt. Der Genuß des Saccharins ist deshalb in der Hausökonomie der reine Luxus, er bedeutet lediglich zum Fenster hinausgeworfenes Geld! Überdies würde natürlich bei allgemeinerem Verbrauche bald eine Preissteigerung des jetzt an sich schon sehr teuren Stoffes eintreten.

Die Eiweißkörper und Verwandte werden, wie angegeben, zu einem großen Teil assimiliert, also nicht vollständig verbrannt. Sie setzen sich in verschiedener Weise um, spalten sich unter Wasseraufnahme, ohne sich vollkommen zu oxydieren, und treten zuletzt als der sehr einfach zusammengesetzte Harnstoff aus. Die Fette dagegen und die Kohlehydrate oxydieren. Hieraus erklärt es sich, daß im allgemeinen wohl Fette und andererseits Zucker nebst den übrigen Kohlehydraten sich gegenseitig in gewisser Weise zu vertreten vermögen; aber diese Körper vermögen nicht beim normalen Ernährungsgange voll für Eiweiß einzutreten, noch sich durch Eiweiß vollständig ersetzen zu lassen, besonders nicht bei plötzlichem Wechsel der gewöhnlichen Nahrungsmittel. Weiter aber erscheint es sicher, daß, wenn an Eiweiß gespart werden soll, dies am besten gelingt bei vermehrtem Fettgenuß; auch umgekehrt ist das in gewissen Grenzen möglich.

Übrigens ist fast immer, wenn im gewöhnlichen Haushalt von Fleischkost gesprochen wird, Fleisch mit Fettgehalt gemeint. Der Volksinstinkt schlägt da, wo er nicht irregeführt wird, und wo eine warme Mahlzeit nicht zu erreichen ist, einen guten Weg ein, indem meist lieber zur fast durchweg fettreicheren Wurst als zu magerem Fleisch gegriffen wird.

Im ganzen geht aus allem hervor, daß wir danach streben müssen, unsere Viehzucht zu erhalten und in jeder Beziehung zu heben. Das tierische Eiweiß ist nun einmal das verdaulichste Eiweiß und das Tier unser hauptsächlichster Eiweiß- und Fettlieferant. Alles, was wir auch genießen, erscheint wieder als Kraft. Auch die Geisteskraft bedarf einer möglichst guten, d. h. entsprechend zusammengesetzten und leicht

verdaulichen Nahrung. Ganz allgemein wird gewissermaßen instinktiv die fettreichere Kost der mageren und fettes Fleisch dem mageren vorgezogen. Bekannt ist auch die ganz vorzügliche Wirkung der bayerischen Schmalzkost auf die große Kraftentfaltung und Arbeitsleistung der Holzfäller. In Süddeutschland wird überhaupt fetter gegessen als im ärmeren Mitteldeutschland, wo die Kartoffel die Hauptrolle spielt, gegenüber den in Süddeutschland mehr gebräuchlichen Schmalznudeln und ähnlichen fettreichen Mehlgerichten.

Infolge der Anpassungsfähigkeit unseres Organismus tritt oft ein ganz anderes Bild des Nährstoffverhältnisses und des Kostmaßes hervor; so, wenn beim Genuß einer normalen Nahrung noch einzelne Nährstoffe oder Nahrungsmittel in größerer Menge des Wohlgeschmackes willen oder aus anderen Gründen genossen werden. Dann steigt der Fettgenuß wohl von 50 auf 200—300 g, der des Eiweiß von 70 wohl auf 200 g und mehr. Es findet das bei Wohlhabenheit und Reichtum öfter, aber auch bei kraftvoll auf dem Lande oder in der Industrie Arbeitenden statt. Diese Konsumtion bringt häufig keinen Schaden, sondern führt — vorausgesetzt, daß der Verdauungsapparat das Übermaß zu bewältigen vermag — oft zum guten oder besseren Gedeihen, zu größerer Arbeitsfähigkeit des Konsumenten, besonders dann, wenn das Mehr an Kraft wieder auf Arbeit verwendet wird (und das Wohlleben nicht in niedrige Schlemmerei ausartet).

Eine derartige Luxuskonsumtion wird wohl in jedem Lande getrieben. In Deutschland zeigt sich besonders bei der Aushebung zum Militär, daß die besten Rekruten meist aus landwirtschaftlich fruchtbaren Gegenden stammen. In den oberen, wohlhabenderen Volksschichten finden wir wohl in allen Ländern Wohlgenährtheit und bessere Körperentwicklung, bei den ärmeren dagegen Entbehrungen und ein gewisses Zurückbleiben der Gesamtentwicklung. Der minderbegünstigte Teil der Völker greift dann gewissermaßen instinktiv zum Alkohol, er vergreift sich dabei eigentlich nicht (reiner Alkohol entwickelt an 7000 Kalorien), aber er hält nicht immer Maß und gelangt leicht zum sehr verwerflichen Mißbrauch des Alkohols. Vergleichen wir Völkerschaften, so finden sich besonders die seit Jahrhunderten wohlgenährten Engländer vielfach weniger üppig genährten anderen Völkern, z. B. auch den Indiern, Japanern usw., gegenüber. Die Fähigkeiten und Leistungen der betreffenden sind bekanntlich beiderseits entsprechend verschieden. Das vorzügliche Klima Englands (das sich übrigens in Dänemark wiederholt) begünstigt einen üppigen Wiesenwuchs und die Aufzucht vorzüglicher Rinder und daher einen reichlichen Fleischgenuß.

Jedenfalls ist es eine unserer wichtigsten Zukunftsaufgaben, unsere, des ganzen Volkes Kraft und Arbeitsfähigkeit in geistiger wie körperlicher, überhaupt in allen physiologischen Beziehungen auf das Höchste zu bringen. Das ist aber nur bei gemischter Kost zu erreichen, und wenn wir den größten Teil des erforderlichen Eiweiß in Gestalt von Fleisch genießen. Hierbei ist auf die Bedeutung des Fettes besonders Wert zu legen — auch auf die des Zuckers —, neben der Auswahl und passenden Zusammenstellung der Nahrungsmittel bei Einhaltung eines entsprechenden Nährstoffverhältnisses und Kostmaßes.

Fortgesetzte Forschungen der Ernährungsphysiologie dürften noch wichtige Resultate zutage fördern und dadurch der weiteren Erstarkung unseres Volkes dienen. [1762]

Bleigewinnung in Guatemala.

Von Dr. H. GOEBEL.

Mit einer Abbildung.

Der Erzreichtum Guatemalas ist, im Gegensatz zu dem seines nördlichen Nachbars Mexiko, sehr gering. Das einzige Metall, das in bescheidenen Mengen, im Kleinbetrieb, gewonnen wird, ist Blei. Mehrfache Versuche amerikanischer Gesellschaften, einen Großbetrieb zu seiner Gewinnung einzurichten, sind am niedrigen Preise des Produktes und dem Mangel an geeigneten Transportbedingungen gescheitert. So kommt es, daß die Eigentümer der Erzvorkommen das Ausbringen gänzlich den Indianern, also den Eingeborenenstämmen, überlassen, die für den Zentner erschmolzenen Metalls einen Akkordpreis erhalten.

Die Art und Weise der Gewinnung, zumal der Verhüttung mit primitiven, aber äußerst zweckmäßigen Hilfsmitteln, ist so interessant, daß eine Darstellung sich lohnt. Es sind die gleichen Mittel, mit denen die Eingeborenen seit alters her gearbeitet haben.

Ein großer Teil der solche Minen umfassenden Ländereien ist in deutschen Händen. So besitzt die Aktiengesellschaft für Plantagenbetrieb in Zentralamerika, die Gesellschaft mit der größten Kaffeeproduktion Guatemalas, deren Hauptinhaber das bekannte Handelshaus Schlubach, Thiemer & Co. in Hamburg ist, auf einem ihrer Ansiedlungsgelände eine Anzahl derartiger Minen mit einem der größten überhaupt in Betrieb befindlichen Schmelzöfen. Diesem Betrieb gilt die nachfolgende Schilderung.

Die vielbegangene Straße, die aus dem südmexikanischen Distrikt Chiapas südwärts nach Guatemala hinein zur Stadt Huëhuëtenango führt, überschreitet wenige Kilometer nordwestlich dieser Stadt den Hochpaß der „Altos Cuchumatanes" genannten Hochgebirgskette Guatemalas. Dieser Hochgebirgsstock aus Kalkgestein steigt bis zu 3500 m Höhe an. An seinen Hängen, auf Gehängelehm, finden sich noch Reste alten Urwaldes, wie er früher große Flächen des Landes bedeckt haben mag.

Verläßt man im Hochpaß auf 3370 m Höhe die breite, leidlich gehaltene Straße und biegt auf schmalem Saumpfad scharf nach Süden auf den Abstieg zur Hochebene Huëhuëtenangos ein, so durchquert man zunächst dürftiges Gestrüpp von krüppeligen Zypressen und Eichen, kahle Hügelgruppen mit spärlichem Graswuchs und schmale Rinnsale und Bachbetten mit Binsenhorsten am Rande. Von menschlichen Siedlungen fehlt stundenlang jede Spur, bis plötzlich in einem engen Flußtale am Ufer eines Baches eine Reihe stufenförmig hintereinander angeordneter Holztröge auftaucht, das erste Zeichen der an diesen Hängen betriebenen Minenindustrie. Denn die Tröge dienen zum Waschen des erzhaltigen Lehmbodens, also zum Abschwemmen der leichteren Erdpartikeln vom schweren Erze, das zumeist in erdfeiner Verteilung, seltener in stückiger oder gar klumpiger Form im Boden enthalten ist. Hinter einer Bodenwelle tauchen jetzt auch einzelne Ranchos auf, ärmliche Hütten aus braunen, luftgetrockneten Ziegeln, mit Binsen gedeckt, fensterlose Höhlen, von bescheidenen Mais-, Weizen- oder Kartoffelstücken umgeben. Einzelne Baumriesen ringsum beweisen, daß früher Urwald diese Hänge deckte, die zur Gewinnung dürftiger Ackerstücke wieder und wieder durch Feuer verheert und so entwaldet worden sind. — Urplötzlich beginnt alsdann hinter einer Wegbiegung um eine Hügelnase herum der Urwald aus Lorbeer- und Eichenarten, vermischt mit Kiefern und Fichten. Der gelbrote Lehmboden mit seinem Steingeröll verschwindet unter dem Humus des Waldbodens; der bislang klappernde Hufschlag der Maultiere wird unhörbar im weichen Laubmoder. Das grelle Tageslicht des Hochgebirges weicht einem geheimnisvollen Halbdunkel. Der Eindruck des Geheimnisvollen wird gesteigert durch schwarz gähnende, klafterweite, kreisrunde Höhlungen, die seitlich des abwärts führenden Pfades auftauchen und senkrecht in die Tiefe des Bodens oder auch seitlich in die Bergwand hineinführen. Es ist, als ob im Wurzelwerk der alten Waldriesen riesenhafte Maulwürfe ihr Wesen getrieben hätten.

Diese Gänge und Stollen sind die Bleiminen der Indianer. Die senkrecht gegrabenen Schächte sind etwa klafterweit und führen bisweilen bis zu 50 Varas Tiefe hinab (1 Vara gleich 83,5 cm). Auf eingekerbten Baumstämmen steigen die „Mineros" in die Tiefe, um dort, wo sie fündig geworden sind, seitliche Stollen zu graben. Diese Stollen haben nur einen geringen Durchmesser, höchstens eine Vara im Quadrat, um zu verhüten, daß der durch keinerlei Gerüstwerk gestützte Gang unter dem Erddruck einstürzt und den Arbeiter verschüttet. Die Zähigkeit des Lehmbodens ist der einzige Schutz gegen diese Gefahr. Die mit einer Hacke abgegrabene Erde wird beim Scheine von Talglichtern in Ledersäcke gefüllt und auf dem Rücken des, gleich einem Maulwurf, in den Gängen kriechenden Arbeiters ans Tageslicht geschafft, ein mühseliges, gefährliches und gesundheitsschädliches Tagewerk.

Ist ein größeres Quantum Erde gefördert, so wird sie in einer Reihe hintereinander geschalteter Holztröge gewaschen und abgeschwemmt. Das schwere Mineral setzt sich auf dem Boden der Tröge ab, die Erde wird von der Strömung des Wassers hinweggespült.

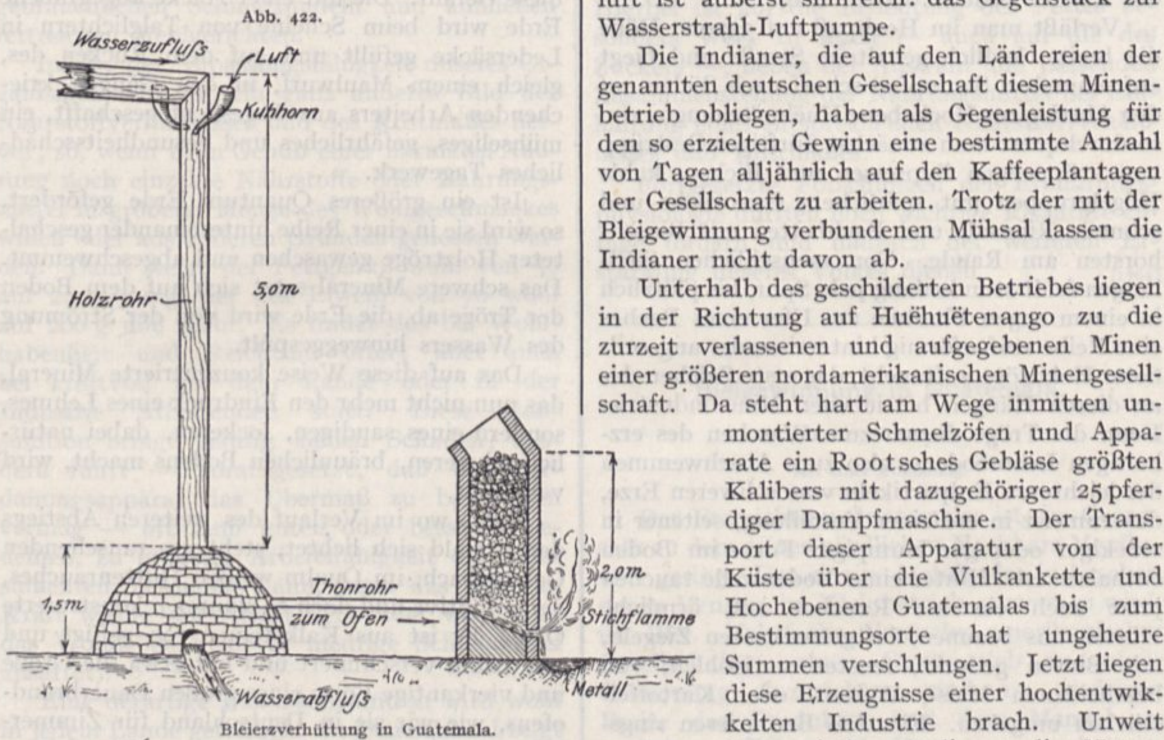
Das auf diese Weise konzentrierte Mineral, das nun nicht mehr den Eindruck eines Lehmes, sondern eines sandigen, lockeren, dabei natürlich schweren, bräunlichen Bodens macht, wird verhüttet.

Dort, wo im Verlauf des weiteren Abstiegs der Urwald sich lichtet, steht am rauschenden Gebirgsbach, im Qualm weißen Hüttenrauches, der primitive und doch so sinnreich konstruierte Ofen. Er ist aus Kalksteinen roh gefügt und mit Lehm verschmiert und hat etwa die Größe und vierkantige Form eines großen Dauerbrandofens, wie wir sie in Deutschland für Zimmerheizung mit Anthrazit benutzen. Die Seitenwände sind, um ein Reißen zu verhindern, etwa $^1/_2$ m stark, ähnlich wie ja auch die Seitenwände eines Koksofens verstärkt werden. Innen stellt der Ofen einen schlichten Schacht dar mit etwas nach vorn geneigter Sohle, auf die eine etwa zollstarke, durch die Stirnwand des Ofens hindurchgebohrte Öffnung mündet. So wird es möglich, daß das erschmolzene Metall auf der geneigten Sohle durch die Öffnung aus dem Ofen ausfließt. Beschickt wird der mit Holzkohle angefeuerte Ofen von oben mit einem Gemisch von Holzkohle und erzhaltiger Erde. Das ausfließende flüssige Metall wird in Lehmformen aufgefangen.

Die sinnreichste Vorrichtung stellt das Gebläse dar, durch das dem Ofen die zur Erzeugung hoher Temperatur nötige Feuerluft unter Druck zugeführt wird. Daß Druck im Ofen herrscht, läßt uns schon die Stichflamme erkennen, die vorn aus der Abflußöffnung für das flüssige Metall brausend fußlang herausfährt, umwirbelt von weißgelbem Hüttenrauch. Unter ihr rinnt das flüssige Blei in dünnem Strahl in die Lehm-

formen, in denen es sofort zur Verhinderung von Oxydation und Bindung der Schlacke, des sogenannten „Fetts“, mit Sand überstreut wird. Das Fett wird abgeschöpft. Zur Gewinnung der Druckluft hat man weit oberhalb des Ofens an der Felswand einen Teil des Baches abgefangen und in einer Holzrinne hoch über dem Boden an den Ofen geleitet. Dort stürzt das Wasser in ein senkrecht stehendes, aus Brettern viereckig gefügtes Holzrohr, das auf einer aus

Abb. 422.



Bleierzverhüttung in Guatemala.

Kalksteinen gemauerten Halbkugel von etwa $1^1/_2$ m Durchmesser aufmontiert ist. Diese Halbkugel, mit Lehm dicht verschmiert, hat an ihrem Fuße eine dem Wasserzufluß entsprechende Öffnung zum Wasserabfluß, etwa einen halben Meter darüber aber, in der Richtung zur Ofenrückwand, eine zweite, nur etwa $1^1/_2$ zöllige Öffnung, die durch ein Tonrohr mit dem Ofeninnern quer durch die Rückwand in Verbindung steht.

An dem das Wasser in die Halbkugel führenden Holzrohr sind hoch oben seitlich zwei hohle Kuhhörner mit durchbohrter Spitze angebracht, die in das Innere der Röhre hineinragen.

Der Betrieb der Einrichtung ergibt folgende Wirkung: das im Rohr herabstürzende Wasser reißt, wie eine Saugpumpe, Luft durch die Kuhhörner mit. Beim Anprall des Wassers auf den steingepflasterten Boden der Halbkugel trennen sich Wasser und mitgerissene Luft. Das Wasser fließt aus der großen Öffnung am Boden aus, die Luft, die in der Halbkugel unter dem Druck der im Rohre stehenden Wassersäule steht, tritt aus dem so als Windkessel wirkenden Halbkugelhohlraum als Druckluft in den Schmelzofen, dort eine intensive Glut entfachend, bei der das bleihaltige Erz beim Überschuß von Holzkohle zu Metall reduziert wird.

Die Indianer behaupten, diese Art von Betrieb schon seit Urväterzeiten stets in gleicher Weise ausgeübt zu haben. Die Verwendung des fallenden Wassers zur Erzeugung von Gebläseluft ist äußerst sinnreich: das Gegenstück zur Wasserstrahl-Luftpumpe.

Die Indianer, die auf den Ländereien der genannten deutschen Gesellschaft diesem Minenbetrieb obliegen, haben als Gegenleistung für den so erzielten Gewinn eine bestimmte Anzahl von Tagen alljährlich auf den Kaffeeplantagen der Gesellschaft zu arbeiten. Trotz der mit der Bleigewinnung verbundenen Mühsal lassen die Indianer nicht davon ab.

Unterhalb des geschilderten Betriebes liegen in der Richtung auf Huëhuëtenango zu die zurzeit verlassenen und aufgegebenen Minen einer größeren nordamerikanischen Minengesellschaft. Da steht hart am Wege inmitten unmontierter Schmelzöfen und Apparate ein Rootsches Gebläse größten Kalibers mit dazugehöriger 25 pferdiger Dampfmaschine. Der Transport dieser Apparatur von der Küste über die Vulkankette und Hochebenen Guatemalas bis zum Bestimmungsorte hat ungeheure Summen verschlungen. Jetzt liegen diese Erzeugnisse einer hochentwickelten Industrie brach. Unweit davon haben Indianer die Naturkraft des Wassers kostenlos in ihre Dienste gezwungen. [1014]

Die Verwitterung natürlicher Bausteine und ihre Verhütung.

Von Wilhelm Beck, Steglitz.

Bei der Auswahl von Steinen als Baumaterial spielt ihre Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung eine ausschlaggebende Rolle, denn alle natürlichen Bausteine unterliegen mit der Zeit einem Verwitterungsprozesse, der ihr Gefüge locker und weich macht und somit in erheblichem Maße die Lebensdauer der Gebäude beeinträchtigt. Zumal an alten Steinbauten kann man unschwer die Beobachtung machen, daß sie unter dem Einfluß der atmosphärischen Luft und der Niederschläge (Regen, Schnee, Reif, Hagel) allmählich ihr ursprüngliches Aussehen und ihre Widerstandsfähigkeit verlieren. Bei ungeeigneter Auswahl werden einzelne Gesteinsarten schon nach wenigen Jahren aus-

gewaschen und erweicht, so daß vorsichtige Baumeister nur wetterfeste Steine als Baumaterial verwenden, die jedoch entsprechend teurer sind. Die Ursachen, welche die Verwitterung und den Zerfall der Gesteine bedingen, sind erfahrungsgemäß auf die mechanischen Einwirkungen des Frostes und des Regens, auf die chemischen Einflüsse der Luft, der Staub- und Rußablagerungen, und ferner auf den Wechsel von Erwärmung und Abkühlung, von Nässe und Trockenheit zurückzuführen. Bei dem zu Wasserbauten verwandten Steinmaterial wird der Verwitterungsprozeß noch durch die mechanischen Wirkungen der Wasserbewegung, durch den periodisch wiederkehrenden Wellenschlag, sowie durch die im Fluß- und Seewasser gelösten Stoffe beschleunigt.

Wie an Bäumen läßt sich auch an Gebäuden leicht die Wetterseite feststellen, die den Unbilden der Witterung am meisten ausgesetzt ist und besonders unter der Einwirkung des Schlagregens zu leiden hat. Steter Tropfen höhlt den Stein, bringt also an der gesunden Steinfläche tiefgreifende Veränderungen zum Vorschein. Das auftropfende und wieder ablaufende Regenwasser ist jedoch lange nicht so schädlich wie das in das Gesteinsinnere eindringende Porenwasser, das häufig mit Säuren und gelösten Mineralien geschwängert und somit befähigt ist, in stärkerem Maße lösend und zersetzend auf die Gesteinssubstanz einzuwirken. Da alle Steine von mehr oder weniger feinen Poren durchzogen sind, bietet sich der Durchfeuchtung eine verhältnismäßig große Angriffsfläche. Der dem Wasser zugängliche Poreninhalt beträgt z. B. beim Sandstein 7—25% des Gesamtinhaltes je nach der Dichtigkeit des Gesteins. Im Mittel beträgt der Poreninhalt etwa 18%. Je feiner die Poren sind, desto größer ist auch die Gesamtfläche der Porenwandungen. Zu berücksichtigen ist ferner, daß das Porenwasser der Verdunstung weniger ausgesetzt ist und sich daher oft wochen- und monatelang in den Poren hält. Ohne Zweifel gehen im Laufe der Zeit weit mehr Bestandteile des Steins durch Porenwasser in Lösung als durch freies Regenwasser.

Nach den Untersuchungen von Moormann über die Verwitterung von Sandsteinen*) werden die im Regenwasser gelösten Mineralien beim Verdunsten an der Gesteinsoberfläche teils als Kristalle, teils als erhärtende Quellstoffe (sog. Kolloide) abgelagert. Die Oberflächenschichten werden also im Laufe der Zeit wesentlich andere Festigkeitseigenschaften erhalten als die tiefer liegenden Schichten. Auch die durch Rauch-, Ruß- und Staubablagerungen entstandene Kruste bedingt eine größere Festigkeit der Oberflächenschicht. Der beim Auskristallisieren auftretende Kristalldruck einerseits und die bei Durchfeuchtung eintretende Quellung der kolloidalen Stoffe anderseits rufen in den Oberflächenschichten nach und nach auch wesentlich andere Spannungen hervor, als sie im Gesteinsinnern herrschen. Unter Mitwirkung der Wärmespannungen lösen sich daher schließlich diese dichten Oberflächenschichten von der Unterlage ab, so daß ein feiner Spalt entsteht, der sich bei Regenwetter mit Wasser füllt, das dann bei Frost gefriert und den Spalt erweitert. Gleichzeitig wird von dem in diesem Spalt zurückgehaltenen Wasser eine verstärkte Absandung der inneren Fläche eingeleitet, wobei die lose gewordenen Körner sich in dem Hohlraum unter der Schale ansammeln und diese an der Rückkehr in die alte Lage hindern. Da die Schale beim Feuchtwerden und Austrocknen neue Spannungen erhält, so entstehen oft merkwürdige Verkrümmungen, gleichsam als ob die Schale nicht aus sprödem Stein, sondern aus einer zähen Haut bestände. An Sandsteinquadern und -säulen alter Bauwerke kann man häufig schalenförmige Abblätterungen feststellen, und man hat die Beobachtung gemacht, daß der Sandstein nicht so sehr an den vom Wasser direkt getroffenen Flächen verwittert, als vielmehr dort, wo der größte Teil der von dem Porenwasser gelösten Mineralien zur Ausscheidung gelangt.

Nicht allein atmosphärische Einflüsse wirken zerstörend auf das Mauerwerk und die einzelnen Bausteine ein, sondern auch die unrichtige Zusammensetzung des Mörtels kann von größtem Nachteil für die Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer der Steine und demzufolge des ganzen Baues sein. Wird z. B. der Kalk- oder Traßmörtel ohne einen gewissen Sandzusatz verarbeitet, so schwindet er bald und löst sich vom Steine los. Ein weiterer Anlaß zum Schadhaftwerden von Mauerwerk in sandlosem oder sandarmem Traß bildet das unrichtige Verhältnis zwischen Kalk und Traß. Indem der Zementmörtel, rein oder verlängert, abwechselnd feucht und trocken wird, entstehen Veränderungen in ihm, die nicht nur eine Umbildung des Mörtels herbeiführen, sondern auch einen schädlichen Einfluß auf die damit vermauerten Bausteine ausüben. Man kann in dieser Hinsicht zwei verschiedene Angriffsformen des Mörtels auf das Mauerwerk unterscheiden: Ein- und Zerfressen von außen nach innen, der sog. „Mauerfraß", und eine Abscheidung von bisweilen sehr dünnen, oft auch dickeren harten Schiefern, die durch Anhäufung und Aufquellen von Stoffen in den Poren unter der Oberfläche abgesprengt sind, der sog. „Ausschlag" an den

*) *Zentralblatt der Bauverwaltung*, 1913.

Steinen. Die Ursache der Zerstörung der Steine ist jedenfalls darin zu suchen, daß die Auskristallisierung der Salze in den Poren der Steine mit einer Volumvergrößerung verbunden ist, welche die angrenzenden Teile zertrümmert. Für die Tauglichkeit der Mörtel in der Praxis sind daher Druck- und Zugfestigkeitsproben noch kein geeigneter Maßstab; selbst sehr feste Mörtel können Ausschlag und Mauerfraß verursachen und die Verwitterung der Bausteine beschleunigen.

Um der Verwendung ungeeigneter Bausteine vorzubeugen, unterwirft man die in Betracht kommenden Gesteinsarten einer eingehenden Prüfung auf Wetterbeständigkeit. Man weiß aus Erfahrung, daß die Wetterfestigkeit der Steine davon abhängt, ob und in welcher Menge das Gestein Bestandteile enthält, die durch atmosphärische Einflüsse leicht zerstört, ausgewaschen oder erweicht werden, und in welcher Weise die hierdurch hervorgerufene Lockerung die Bindung der Gesteinskörner an sich oder durch Frostwirkung beeinflußt. Die bisher üblichen Prüfungsmethoden ließen kein abschließendes Urteil über die Wetterbeständigkeit des untersuchten Gesteins zu. Die Prüfung beschränkte sich auf die mechanischen Eigenschaften, wie Druck- und Biegefestigkeit, Abnutzbarkeit, Berechnung des Prozentsatzes an Hohlräumen, Wasseraufnahme, Frostbeständigkeit und spezifisches Gewicht der Bausteine. Die Feststellung des Prozentsatzes an Hohlräumen erfolgt durch Berechnung des Undichtigkeitsgrades aus dem Raumgewicht und dem spezifischen Gewicht.

Einen von diesen Methoden abweichenden Weg schlägt Hirschwald*), Leiter des Mineralogischen Institutes der Technischen Hochschule in Berlin, ein, um genau zu ermitteln, welche Veränderungen im Gestein die Verwitterung verursachen und welche Beschaffenheit des Gesteins der Verwitterung einen besonderen Widerstand entgegensetzt. Durch Untersuchung des Gesteinmaterials an über tausend Bauwerken älteren und jüngeren Datums stellte er die verschiedenen Verwitterungserscheinungen fest und ermittelte, daß die Verwitterung erfolgen kann: erstens durch Zerstörung, Auswaschung oder Erweichung der für den Zusammenhalt des Gesteins wichtigen Bestandteile und zweitens durch die außerdem noch infolge Frostwirkung hervorgerufene Lockerung der Bindung der Gesteinskörner. Mit Hilfe des Mikroskopes lassen sich bei jedem Stein seine mineralogische Zusammensetzung, die Verteilung der auswaschbaren Bestandteile nach Menge und Art und die Kornbindungsverhältnisse eingehend untersuchen. Wiewohl diese mikroskopische Untersuchung die maßgebenden Eigenschaften des Gesteins aufdeckt, genügt sie allein doch nicht; es sind noch zu untersuchen die Wassersättigung und die Erweichbarkeit. Der Einfluß der Poren und Hohlgänge auf die Wassersättigung ist bekannt; der Sättigungskoeffizient stellt das Verhältnis der Wasseraufnahme bei langsamem Eintauchen zu der Wasseraufnahme unter Druck dar. Die Prüfungen haben ergeben, daß die porösesten Gesteine keineswegs am schnellsten verwittern, sofern das von ihnen aufgesaugte Wasser die Poren nicht in dem Maße ausfüllt, wie es zur Sprengwirkung durch Frost erforderlich ist. Die Erweichbarkeit ist von Einfluß auf den Rückgang der Kornbindungsfestigkeit des Gesteins; der Erweichungskoeffizient wird durch Zugfestigkeitsversuche vor und nach der durch Wasserlagerung erzielten Erweichung des Gesteins ermittelt.

Auf Grundlage seiner tausendfältigen, an alten und neueren Bauten beobachteten Verwitterungserscheinungen hat Hirschwald die Ergebnisse seiner Untersuchungen durch Zahlenwerte ausgedrückt, deren Summierung die Einreihung des Gesteins in eine Qualitätsklasse ermöglicht. Diese Qualitätsklassen sind zugleich ein Wertmesser für die Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung. Alle Steine derselben Qualitätsklasse weisen gleiche Wetterbeständigkeit auf. Es bestand bisher schon eine vom Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine aufgestellte Klasseneinteilung der Bausteine, bei der aber nur auf die Druckfestigkeit Rücksicht genommen war. Man unterscheidet hiernach bei natürlichen Bausteinen folgende vier Klassen: 1. Granit, Syenit, Glimmerschiefer, 2. Kalkstein, Marmor, 3. Sandsteine; 4. Konglomerate und Tuffe. Nach Maßgabe des zeitlichen Fortschreitens ihrer Verwitterung im aufsteigenden Mauerwerk von Hochbauten hat Hirschwald eine besondere Tabelle zur Einteilung der natürlichen Bausteine aufgestellt. Hiernach wird eine Gesteinsart der Qualitätsklasse Ia nach 650 Jahren erst Spuren von Oberflächenverwitterung ohne merkliche Festigkeitsverminderung im Innern zeigen. Gesteine der Klasse IV weisen hingegen solche schon nach 12—16 Jahren auf. Geringe Festigkeitsverminderungen bis zu 1 cm Tiefe werden bei Steinen der ersten Qualitätsklasse erst nach Ablauf von 2000 Jahren eintreten, während Steine der letzten Klasse schon nach 45 Jahren Oberflächenverwitterung und Zermürbung aufweisen. Die wissenschaftliche Prüfung der Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit durch mikroskopische Untersuchungen, chemische Analysen, Frostprüfungen und Fär-

*) Hirschwald, *Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit.* W. Ernst & Sohn, Berlin.

bungsproben sind nicht nur für Steinbruchbesitzer von größtem Werte, sondern vor allem auch für Baumeister und Bauherren, denn die Auswahl billiger, minderwertiger Steine bedeutet eine zwecklose Geldvergeudung, die sich recht bald bitter rächt.

Da auch gesunde und widerstandsfähige Steine, sobald sie an Bauten Verwendung finden, den zerstörenden Gewalten der Atmosphäre ausgesetzt sind, sucht man schon lange, mit verschiedenen Mitteln die Verwitterungsgefahr nach Möglichkeit abzuschwächen. Vor allen Dingen hat man dafür zu sorgen, daß das Regenwasser am Eindringen in den Stein möglichst gehindert wird. Vorspringende Teile kann man z. B. durch dauerhafte Metallabdeckungen schützen. Wo diese unangebracht sind, empfiehlt sich die Tränkung des Steins mit einem die Poren ausfüllenden Mittel. Ein starker Ölfarbenanstrich, der alle 8—10 Jahre zu erneuern ist, leistet in den meisten Fällen gute Dienste. Freilich wird der rauhe und eigenartige Charakter des Steins, soweit das Aussehen in Betracht kommt, durch den glänzenden Anstrich beeinträchtigt. Auf der Wetterseite, wo die Witterungsangriffe besonders stark sind, bietet ein satter Grundanstrich von Leinölfirnis mit aufgelegtem Bleiweißanstrich einen zuverlässigen Schutz. Ein solcher Anstrich widersteht dem Schlagregen längere Zeit und gewährt dem Stein eine gewisse Festigkeit, auch wenn er durch Staub- und Rußablagerungen bereits angegriffen ist.

Wenn hingegen der Stein sein natürliches Aussehen behalten soll, läßt sich mit gutem Erfolg auch eine Tränkung mit Leinölfirnis, der beim ersten Aufstrich zum besseren Einziehen mit Petroleum verdünnt wird, verwenden. Gut bewährt hat sich auch das Szerelmeysche Öl, das anscheinend vorwiegend aus Leinöl und Harz besteht. Es bleibt bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, während sonstige Lösungen von Stearin, Paraffin, Wachs schon bei 25—30 Grad Celsius erstarren. Das dickflüssige Szerelmeysche Öl bleibt beim Streichen in einer ziemlich starken Schicht auf dem Steine haften und zieht allmählich in die Poren ein. Etwas umständlicher ist die Tränkung mit einer Aufkochung aus gleichen Gewichtsteilen Leinöl und Harz oder die Tränkung mit einer Mischung von heißem Petroleum und geschmolzenem Stearin. Diese Verfahren haben jedoch den Nachteil, daß sie nur im Sommer bei trockener und sehr warmer Witterung zur Anwendung gebracht werden können.

Viel angewendet wird auch die Behandlung der Steine mit Fluaten, d. s. wasserlösliche Fluorsilikate, Verbindungen der Kieselfluorwasserstoffsäure mit Aluminium, Magnesium, Eisen usw. in Salzlösungen. Die Fluatierung verleiht der Gesteinsoberfläche eine erhebliche Härte und Dichtigkeit. Denselben Erfolg hat die Behandlung mit Baryt, die besonders da angebracht ist, wo die Verwitterung infolge der Einwirkung schwefliger Säure eintritt. Nach der Reinigung des Steins wird das Barytwasser, d. i. eine gesättigte Lösung von Baryumhydroxyd in destilliertem Wasser, durch Besprühen mittels eines Zerstäubers aufgetragen. Auf den Quadratmeter rechnet man etwa ein Viertelliter Barytlösung. Da diese Lösung giftig ist, darf dieser feine Sprühregen nicht eingeatmet werden. Bei morsch gewordenen Schalen verwitterter Skulpturen wird durch wiederholte Barytbehandlung der völlige Verfall hintangehalten.

Andere Schutzmittel bezwecken nicht nur eine Vorbeugung und Verhütung vorzeitiger Verwitterung, sondern wollen auch den weicheren Steinen die Vorzüge des härteren Materials verleihen. Weiche Kalk- und Sandsteine sollen sogar so gedichtet und gehärtet werden, daß sie sich schleifen und polieren lassen. So besteht ein von Kubelka erfundenes Verfahren darin, daß die gereinigte trockene Oberfläche des Sandsteins bei günstiger Witterung zunächst mit einer Lösung Kali oder Natronwasserglas in Wasser getränkt wird, worauf eine weitere Tränkung mit geschmolzenem Chlorkalzium erfolgt. Durch dessen chemische Einwirkung auf die Wasserglaslösung entsteht in den Poren unlöslicher, fester kieselsaurer Kalk, während das gleichzeitig entstehende Chlornatrium auswittert und vom Regen weggespült wird. Das Verfahren, das in seiner Anwendung große Sorgfalt erfordert, läßt sich auch auf Beton- und Mörtelkörper anwenden. — Wenn auch durch diese Schutzmittel die Verwitterung nicht gänzlich verhütet, sondern nur hintangehalten und verzögert wird, so sind sie doch von Bedeutung für die Erhaltung wichtiger Baudenkmäler und können bei weniger wetterbeständigen Gesteinsarten nicht gut entbehrt werden. [1465]

RUNDSCHAU.

(Was ist Weiß?)

Was ist Weiß? Wozu diese überflüssige Frage? — Nun, wir wollen sehen, ob sich ihr nicht doch einige gar nicht so üble Seiten abgewinnen lassen, die einmal in Betracht zu ziehen sich vielleicht lohnt. Ausschalten wollen wir aber — das sei zur Beruhigung vorweg gesagt — alle physiologischen mehr oder minder hypothetischen Untersuchungen, wie in unserem Sehorgan der sinnliche Eindruck des Weißen wohl entstehen mag; wir halten uns lediglich an das von jedermann leicht Nachzuprüfende.

Goethe nennt in seiner Farbenlehre das

Weiß den Vertreter des Lichts — zugleich aber die vollkommenste Trübe. Wie letzteres zu verstehen ist, wird sich aus dem Folgenden ergeben; unter Licht, reinem Licht will er stets das Sonnenlicht verstanden wissen. Seine Farbenlehre, besser sein Entwurf dazu, wie er ihn selbst bezeichnet, ist ihrer unhaltbaren Theorie halber und auch wegen des leidenschaftlich-erbitterten Streites gegen Newton mit der Zeit fast in Vergessenheit geraten; dennoch verdienten ihre vielen schönen und tiefen Aussprüche und auch ihre trefflichen praktischen Lehren für künstlerische Anwendung der Farben wohl getrennt von jenen Teilen gesammelt und für sich herausgegeben zu werden. Vertreter des Lichts ist gut gesagt, aber nicht recht erschöpfend. Wir ziehen deshalb vor, es so zu bestimmen: weiß heißt eine Oberfläche, welche die Spektralfarben in ähnlicher Weise zerstreut zurückwirft, wie wir sie unmittelbar durch das Prisma erblicken, die überhaupt ein durch irgendwelche Mittel gefärbtes Licht in ähnlicher Weise wiedergibt, wie wir es unmittelbar sehen, die ferner im vollen Licht der Sonne so erscheint, wie wir uns die Sonne selber — denken. Das heißt: in abgeschwächtem Grade. Von einer wirklichen Kenntnis des Aussehens der Sonne kann ja kaum die Rede sein; wer einmal versucht hat, der Sonne voll ins strahlende Antlitz zu schauen, hat daran für sein Leben genug und behält nach heftigen Augenschmerzen und langdauernden Nachbildern nur die Erinnerung an etwas unerträglich-schmerzhaft Glänzendes. Und davon ist eine hell bestrahlte weiße Fläche, z. B. Schnee, den wir wohl als vollkommen weiß anerkennen werden, denn doch nur ein sehr gemildertes Abbild, obwohl auch dies schon unangenehm und schädlich genug auf unser Auge wirken kann.

Hier mag der Ort sein, an einem Beispiel zu zeigen, was öfters an sogenannter Belehrung, besonders in Tageszeitungen, geboten werden kann. Ich erinnere mich, vor längerer Zeit in einer Schilderung früherer Indianersitten gelesen zu haben, daß der auf seine männliche Standhaftigkeit zu prüfende Jüngling u. a. auch zwölf Stunden lang in die Sonne zu blicken gehabt habe! Was dann von dessen Sehvermögen wohl übriggeblieben wäre?

Das Licht der Sonne als weiß zu bezeichnen, wie so oft geschieht, ist deshalb eine arg irreführende Willkür, die vielleicht sogar mit daran schuld ist, daß Goethe sich so — man darf wohl sagen: so sittlich empört — wider die Newtonsche Hypothese zur Wehr setzte. Wir brauchen auch nur eine zugleich am Himmel schwebende weiße Wolke mit der Sonne, so gut es gehen will, zu vergleichen, um dies einzusehen. Außerdem ist bekannt genug, daß jede starke, mäßig getönte Lichtquelle uns einfach als glänzend erscheint, ohne daß wir uns mit bloßen Augen ihrer Farbentönung bewußt werden. Schließlich ist daran zu erinnern, daß wohl noch kein Dichter, kein Mensch überhaupt, von der Sonne anders als von der goldenen gesprochen hat, daß es keinem Maler jemals eingefallen ist, sie (und auch den Mond) weiß zu malen; daß auch die Astronomen sie zu der Klasse der gelben Fixsterne zählen.

Höchst merkwürdig und sehr abweichend von allen farbigen ist es, wie weiße Stoffe zur Entstehung gelangen. Hat wohl jemand schon eine weiße Lösung gesehen? In derselben Art nämlich, wie es zahllose farbige, klar durchsichtige Lösungen gibt? Nein, denn solche sind unbekannt. Weiße Flüssigkeiten gibt es genug, doch sind diese ohne Ausnahme bloße Gemische, dicht gedrängt in einer meist farblosen Flüssigkeit schwebende feine Teilchen eines anderen ebenfalls farblosen oder schwachfarbigen, darin unlöslichen Stoffes. Das bekannteste Beispiel dafür ist die Milch, deren Fetteilchen ja nach einiger Zeit teilweise in die Höhe steigen. Ganz ähnlich verhält sich jede Emulsion, die durch kräftiges Zusammenschütteln irgendeines Öles mit einer Flüssigkeit entsteht, worin jenes nicht löslich ist. Dagegen liefert bekanntlich jedes weiße (z. B. in Wasser) lösliche Pulver eine klar durchsichtige farblose Flüssigkeit, während umgekehrt jeder farblose durchsichtige feste Stoff ein weißes Pulver beim Zerkleinern ergibt, je feiner, desto weißer. Auch die Farbe jedes festen durchsichtigen, stark gefärbten Stoffes hellt sich beim Pulvern beträchtlich ins Weißliche auf, wie z. B. Kupfervitriol ein bläulich-weißes Pulver liefert. Ebenso sind alle Schäume, die immer ein Gemisch von kleinen dünnwandigen Flüssigkeitsbläschen mit Gasen, vor allem Luft, vorstellen, stets weiß oder doch stark weißlich. Und schließlich, um noch ein Beispiel eines Gemisches von festem mit gasförmigem Stoffe anzuführen, ist Eis, das von zahlreichen kleinen Luftbläschen durchsetzt ist, ebenfalls weiß.

Es ließe sich noch vieles aufzählen, aber es sei damit genug. Alles zusammengenommen drängt zu der Vermutung, daß jegliches Weiß seine Ursache in unendlich oft in kleinsten Teilchen des Stoffes wiederholter Lichtbrechung hat, wodurch das empfangene Licht notwendigerweise beträchtlich geschwächt, wohl auch gewisser Strahlenanteile beraubt werden muß. Alles, was Farbe heißt, verdankt ja sein Aussehen lediglich der Fähigkeit des betreffenden Stoffes, bestimmte Teile der Gesamteinstrahlung zu verschlucken, wodurch die übrigbleibenden, zurückgeworfenen oder durchgelassenen Strahlen des Spektrums zusammen als die Komplementär- (Goethe nennt sie sehr hübsch:

geforderte) Farbe der verschluckten erscheinen. Das grüne Blatt z. B. behält hauptsächlich die roten Strahlen für sich und sieht eben deshalb grün aus. Warum sollten also die weißen Stoffe ganz unfähig dazu sein, zumal wir genau wissen, daß z. B. Glas die meisten ultravioletten Strahlen nicht wieder austreten läßt?

In diesem Sinne sind Goethes trübe Mittel aufzufassen und ist ihm das reine Weiß die vollkommene Trübe. Jedes durchsichtige Mittel, u. a. auch die Luft und klares Glas, ist nach ihm, weil es ja in dicken Schichten mehr oder weniger lichtschwächend wirkt, ein trübes Mittel. Hätte er gewisse optische Erscheinungen an sehr verdünnten Flüssigkeiten dieser Art, wie sie etwa durch Seifenspiritus in Wasser leicht in jedem gewünschten Grade herzustellen sind, gekannt, er würde glücklich darüber gewesen sein. In der Tat lassen sich an solchen höchst merkwürdige Beobachtungen machen, die näher ergründet zu werden verdienen.

Nun eine wichtige Frage. Ist unser Auge untrüglich im Erkennen des Weißen? Keineswegs ist es das, es läßt sich sogar recht leicht und willig täuschen. Nehmen wir von unseren künstlichen Lichtquellen nur die älteren, Kerze, Rüböl-, Petroleumlampe, Gasrundbrenner, so ist es fraglos, daß sie sämtlich gelbrötlich bis rotgelb sind. Der Maler weiß das sehr wohl und spricht von „warmer" Beleuchtung. Daß Farben unter ihrem Einfluß anders getönt erscheinen, als bei Tageslicht, weiß jeder, — daß aber auch das Weiß nicht dasselbe ist, das wir bei Tageslicht kennen, kommt uns nur selten zum Bewußtsein. Wir zögern nicht, z. B. ein weißes Tischtuch als ebenso weiß anzuerkennen, wie sonst; und es ist doch ein Irrtum und muß es sein, weil das Licht, womit es beleuchtet wird, eben selbst gefärbt ist. Die neueren Metallfadenlampen sind ja viel weniger gefärbt, besonders aber kommt das elektrische Bogenlicht in seiner spektralen Beschaffenheit dem Sonnenlichte nahe; aber von gelbrötlicher Tönung sind auch sie nicht frei. Daß letzteres leicht einen Überschuß an blauvioletten Strahlen hat, läßt sich durch Tränken der Kohlenstäbe mit verschiedenen Lösungen beseitigen.

Es kommt hier darauf an, festzustellen, daß wir uns leicht in unserem Empfinden für Weiß täuschen lassen und es zu sehen glauben, wo gar keins vorhanden ist, denn aus dieser Tatsache läßt sich eine unerwartete Folgerung ziehen. Bemerkt mag indessen noch werden, daß diese Art von Täuschung nur dann auftritt, wenn uns die Möglichkeit der Vergleichung fehlt; sobald eine andersartige Beleuchtung dazutritt, etwa das Licht des Vollmondes, werden wir uns sofort darüber klar, besonders an den verschieden — stets komplementär — gefärbten Schatten eines und desselben Gegenstandes.

Diese vom Auge „geforderten" Ergänzungsfarben sollen nun dazu dienen, uns eine auffallende Erscheinung verständlich zu machen, über die zwar ziemlich viel geschrieben worden ist, die aber niemand bisher recht befriedigend zu erklären gewußt hat: die schön blauen Schatten auf Schneeflächen nämlich. Farbige Schatten im allgemeinen treten sonst nur auf, wenn die Flächen, auf die sie fallen, von farbigem Lichte beleuchtet sind, und zwar erscheinen sie ausnahmslos in der „geforderten" Farbe, so z. B. grün auf einer irgendwie rot beleuchteten Fläche. Daher sind auch die Schatten in einer photographischen Dunkelkammer immer grün, wenn auch, der geringen Lichtstärke der tiefroten Beleuchtung entsprechend, sehr dunkelgrün. Es ist völlig unmöglich, auf einer von farbigem Licht bestrahlten Fläche einen anderen als komplementärfarbigen Schatten zu erhalten, so daß umgekehrt, wie Goethe sagt (*Farbenl.* 72), „die Farbe des Schattens als ein Chromatiskop der beleuchteten Fläche angesehen werden kann, indem man die entgegenstehende Farbe auf der Fläche vermuten und bei näherer Aufmerksamkeit in jedem Falle gewahr werden kann". Letzteres ist allerdings wohl zuviel gesagt; wenn wir ganz und gar in eine mäßig farbige Lichtflut eingetaucht sind, machen sich die optischen Erinnerungen des gewohnten Tageslichtes so mächtig geltend, daß von einem „Gewahrwerden", wenn die Möglichkeit einer Vergleichung fehlt, selten wird die Rede sein können. Übrigens muß es nicht gerade Schnee sein; ich selbst habe vor langer Zeit in einem wahrscheinlich besonders günstig dafür gelegenen Zimmer oft zu meiner großen Verwunderung schön himmelblaue Schatten im Falz eines aufgeschlagenen Buches gesehen. Die Erscheinung tritt nur bei klarem Himmel und hellem Sonnenschein auf, bei nur einigermaßen bedecktem Himmel ist sie nicht zu erblicken. — Es bleibt wohl kaum etwas anderes übrig, wenn wir uns des vorhin Ausgeführten erinnern, als anzunehmen, daß wir, vielleicht unter dem Einfluß eines besonderen Zustandes der Luft, uns dabei in einer mäßig gelbrötlich getönten Lichtflut befinden, ohne es zu merken; was denn, wie gesagt, durchaus kein unerhörtes, sondern nur ein ins Großartige gesteigertes wohl vertrautes Erlebnis bedeuten würde. J. Weber. [1814]

NOTIZEN.

(Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Der Siedepunkt des Wasserstoffs. Die normale Siedetemperatur des Wasserstoffs bestimmte Henning (*Elektrochem. Zeitschr.* 1916, S. 4) nach der dynamischen Methode durch direktes Eintauchen eines Heliumthermometers in die siedende Flüssigkeit.

Da der Siedeverzug des Wasserstoffs sehr klein ist, so wird keine Störung dadurch hervorgerufen, und die Ergebnisse bleiben dieselben, ob die Flüssigkeit gerührt wird oder nicht. Die Messungen erfolgten mit zwei verschiedenen Füllungen des Gasthermometers und stimmten innerhalb der Beobachtungsfehler überein, sie ergaben für den normalen Siedepunkt $t = -252{,}79°$. Der Anfangsdruck war 740 mm, die Reduktion auf den Dampfdruck von 760 mm erfolgte nach dem von Kamerlingh Onnes ermittelten Koeffizienten, die Korrektion auf die thermodynamische Skale nach der Methode von D. Berthelot. Der thermodynamische Ausdehnungskoeffizient des Gasthermometergefäßes wurde durch Extrapolation einer nur bis —193° geltenden Gleichung ermittelt.

Der normale Siedepunkt des Wasserstoffs in der thermodynamischen Skale ist nach Kamerlingh Onnes und Keesom —252,76°. [1694]

Strahlung und Farbe der Sterne*). Nach herkömmlicher Ansicht rühren die verschiedenen Farben der Sterne von verschiedenen Glühzuständen her. Nach Analogie mit irdischen Vorgängen schloß man, daß die heißesten Sterne blaues (weißes) Licht ausstrahlen, und daß mit Abnahme der Temperatur die Farbe über Gelb, Orange nach Rot übergeht. Die diesbezüglichen Beobachtungen und daran anknüpfenden Betrachtungen beruhen auf den Ergebnissen der Spektralanalyse, also letzten Endes auf dem Empfindungsvermögen unseres Auges. In neuester Zeit sind nun an Stelle des Auges thermoelektrische Apparate in Verbindung mit unseren besten und größten Fernrohren zur Messung der Sternstrahlung herangezogen worden. Hierbei hat sich bestätigt, daß auch hier unser Auge nur einen äußerst relativ aufzufassenden Maßstab für die Messung der Strahlung abgibt. Gelbe Sterne sind blasser als blaue, und wir nahmen bisher auch geringere Strahlung an. Die gemessene Totalstrahlung der ersteren ergab sich aber nahezu zweimal größer als die der letzteren. Im allgemeinen weisen auch rote Sterne eine zwei- bis dreimal größere Totalstrahlung auf als blaue von derselben photometrischen Größe. Man ließ nun zur Kontrolle die Sternstrahlung vor ihrer Einwirkung auf den Apparat durch eine Absorptionszelle mit Wasser gehen, das hauptsächlich nur die dem Auge wahrnehmbaren Strahlen durchläßt. Dabei zeigte sich, daß in dieser dem Auge wahrnehmbaren Spektralregion tatsächlich die blauen Sterne doppelt so große Strahlung aufweisen wie die gelben und dreimal soviel wie die roten, entsprechend also unserer älteren Erfahrung. Der bisherige Schluß von der dem Auge wahrnehmbaren Strahlung auf die Gesamtstrahlung erweist sich also als völlig unhaltbar, damit werden vielerlei Schlüsse in der Kosmogenie einer Korrektur durch die neue verbesserte Erfahrung bedürftig. P. [1727]

Brasilien als Erzeuger von Farbstoffen. Durch die Unterbindung der Ausfuhr von Teerfarbstoffen aus Deutschland ist bekanntlich die Textilindustrie nahezu der ganzen Welt in Schwierigkeiten geraten. Darunter auch die Brasiliens, das mehr als 100 Baumwollbetriebe besitzt. Da die Verhandlungen mit der Entente, Farbstoffe aus Deutschland durchzulassen, nicht den erwünschten Erfolg hatten, hat man begonnen, wieder auf die Flora Brasiliens, die ja eine der reichsten auf dem Erdenrund ist, und in der zahlreiche Farbpflanzen zu finden sind, zurückzugreifen. Es sind das besonders das Rotholz, das in früheren Zeiten vor Einführung der Teerfarbstoffe viel ausgeführt worden ist, die Indigo liefernden Pflanzen, die Eupatoriumarten usw. Unter den gegebenen Verhältnissen haben nach den Berichten der zuletzt eingetroffenen brasilianischen Zeitungen die Bemühungen um Farbstoffgewinnung aus Farbpflanzen bereits Erfolg gezeitigt, insofern als bereits eine Anzahl von Betrieben in Pirapora im Staate Minas-Gerâes für Farbstofferzeugung im Gange ist. Die brasilianischen Interessenten machen auch schon den Versuch, unter Aufwand entsprechender Reklame die Vorzüglichkeit dieser Farbstoffe anzupreisen und in den Ententestaaten einen Absatzmarkt zu finden. Fr. X. Ragl. [1760]

*) *Scientific American* 1916, S. 397.

Vom Nährwert des Spargels. In unserer Zeit der Nahrungsmittelknappheit, in der man weit mehr als sonst die Speisen auf ihren Nährwert hin ansieht, ist eine Reihe von Angaben über den Nährwert des Spargels veröffentlicht worden, die teilweise sehr stark voneinander abweichen, durchweg aber dem schmackhaften Gemüse einen nur recht geringen Nährwert zubilligen wollen. So wurde u. a. behauptet, daß erst 20 kg Spargel den Nährwert eines einzigen Hühnereies besäßen. Demgegenüber beweist eine von Professor Schrefeld im analytischen Laboratorium des Instituts für Zuckerindustrie in Berlin durchgeführte eingehende Untersuchung*) eines frischen, im Mai dieses Jahres in Berlin aufgekauften Spargels, der zur Untersuchung ungeschält und mit den Köpfen zerkleinert wurde, daß allein der bisher allgemein als zu niedrig angenommene Zuckergehalt des Spargels von 3,02%, in einem Pfund Spargel rein kalorisch betrachtet schon nahezu den Nährwert eines Hühnereies besitzt, und daß, wenn der Kalorienbedarf eines Menschen mit etwa 2500 angenommen wird, ein Pfund Spargel, das neben dem Zucker auch noch 0,27% Gesamtstickstoff, 0,484% Asche und 92,95% Wasser enthält, mit einem Wert von etwa 162,5 Kalorien ungefähr den fünfzehnten Teil des gesamten täglichen Nährstoffbedarfes eines Menschen zu decken vermag. Je frischer der Spargel ist, desto höher wird aber auch sein Nährwert sein. -n. [1723]

Das Sichtbarmachen von Geheimschriften. Geheimschriften spielen in vielen Strafrechtsprozessen eine Rolle und mögen auch im Kriege bei Briefen, die der Zensur unterliegen, angewendet werden. Nach Angabe von Scheffer in der „*Technischen Rundschau*“ vom 16. Februar 1916 gibt es ein einfaches Mittel, um Geheimschriften, die mit Wasser, Speichel oder auch mit sogenannten sympathetischen Tinten geschrieben sind, deutlich sichtbar zu machen. Man bringt hierzu einige Jodkristalle in ein Wasserglas und bedeckt dieses mit dem Papier, die vermutete Schriftseite nach unten. Zum besseren Abschluß legt man auf das Papier noch eine Glasplatte. Nach 10 Minuten bildet sich auf dem Papier ein zartbrauner Kreis, von dem sich die Schrift mit tiefbrauner Farbe abhebt. Nach einiger Zeit bleicht die Schrift von selbst wieder aus, oder sie kann auch durch leichtes Erwärmen des Papiers schneller beseitigt werden. Der Gedanke, Joddämpfe zur Kenntlichmachung von Geheimschrift zu benutzen, stammt ursprünglich von Prof. Dr. Heiduschka, nach dessen Angabe heiße Joddämpfe benutzt werden sollen. Durch Versuche ist jedoch erwiesen worden, daß in der oben beschriebenen Art auf kaltem Wege die Schrift klarer und sicherer hervorgebracht werden kann. Auch die Kenntlichmachung von Fingerabdrücken auf Wänden ist durch Joddämpfe leicht auszuführen. Zö. [1472]

*) *Die Deutsche Zucker-Industrie* 1916, S. 432.

BEIBLATT ZUM
PROMETHEUS
ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1397 Jahrgang XXVII. 45 5. VIII. 1916

Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

Geschichtliches.

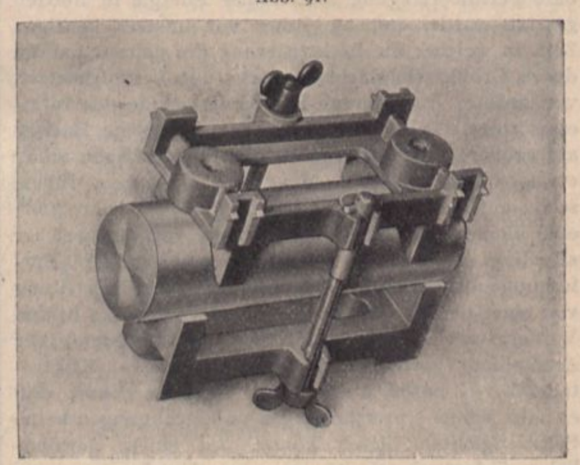
25 Jahre elektrischer Kraftübertragung. Eine interessante Veranschaulichung erfährt die rasche Entwicklung der Elektrotechnik in den letzten Jahrzehnten durch die Tatsache, daß erst im August dieses Jahres 25 Jahre verflossen sind, seit die erste praktisch brauchbare Fernübertragung elektrischer Energie in Betrieb gesetzt wurde, erst 25 Jahre vor unserer heutigen Zeit, in welcher die Elektrisierung des ganzen Landes durch Großkraftelektrizitätswerke mit Leitungsnetzen von größter Ausdehnung im Vordergrunde des Interesses steht. Die ersten Versuche, elektrische Energie auf größere Entfernungen zu übertragen, liegen schon etwas weiter zurück. Marcel Deprez führte schon auf der Weltausstellung in Paris im Jahre 1881 eine kleine Kraftübertragungsanlage vor, bei welcher allerdings weniger die Übertragung auf größere Entfernung als vielmehr die leichte Energieverteilung von einer den Strom erzeugenden Dynamo aus in den Vordergrund gerückt war. Auf dem während der Ausstellung stattfindenden internationalen Elektrotechniker-Kongreß aber führte Deprez aus, daß es nach seinen Untersuchungen und Rechnungen keine Schwierigkeiten bieten könne, auf einem gewöhnlichen Telegraphendraht von 4 mm Durchmesser eine Leistung von 10 PS auf 50 km zu übertragen, wenn man die unvermeidlichen Verluste in den Kauf nehmen und der den Strom erzeugenden Dynamo eine Leistung von etwa 16 PS geben würde. Der Ausschuß der im Jahre 1882 in München stattfindenden elektrotechnischen Ausstellung veranlaßte daraufhin Deprez, seine Kraftübertragungspläne in die Praxis umzusetzen, und stellte ihm zu diesem Zwecke eine in Miesbach bei München gelegene kleine Wasserkraft zur Verfügung, deren Entfernung von dem Ausstellungsplatze etwa 57 km betrug. Bei dieser Versuchsanlage, die indessen nur etwa 1,5 PS übertrug, kam denn auch nach Deprez' Vorschlag wirklich ein Telegraphendraht zur Anwendung, und man war deshalb gezwungen, die damals außerordentlich hohe Spannung von 1200 Volt zur Anwendung zu bringen mit der ausgesprochenen Absicht, damit dem verhältnismäßig geringen Querschnitt der Leitung Rechnung zu tragen und den Leitungsverlust möglichst niedrig zu halten. Nur ganz kurze Zeit blieb die Münchener Kraftübertragungsanlage im Betriebe, weil schon bald Störungen verschiedener Art auftraten und schließlich der Motor infolge eines Isolationsfehlers unbrauchbar wurde. Deprez erkannte aber ganz richtig, daß diese Versuchsanlage trotzdem nicht als Mißerfolg anzusehen sei, weil sie ja die Richtigkeit seiner Ansichten über die elektrische Kraftübertragung bewiesen hatte, und arbeitete weiter auf dem beschrittenen Wege, allerdings mit verhältnismäßig geringem Erfolge. Seine Kraftübertragungsanlage Creil—Paris, bei welcher er zum Teil teure Bleikabel verwendete, war nur ganz kurze Zeit im Betriebe und arbeitete mit rund 70% Leitungsverlust, obwohl die damals ungeheure Spannung von 5000—6000 Volt zur Anwendung kam. Ein etwas besseres Ergebnis als Deprez erzielte im Jahre 1886 Hippolyte Fontaine, der mit ebenfalls 6000 Volt 100 PS auf 50 km übertrug und dabei mit rund 50% Leitungsverlust auskam. Es bedeutete also schon einen erheblichen Schritt vorwärts, als es wenig später der Maschinenfabrik Oerlikon gelang, mit nur etwa 30% Leitungsverlust zwischen Kriegstetten und Solothurn 50 PS auf 8 km bei 2500 Volt im Dauerbetriebe zu übertragen. Alle diese Kraftübertragungsanlagen waren aber Gleichstromanlagen, und ein großer Teil ihrer unbefriedigenden Erfolge muß dem Umstande zugeschrieben werden, daß mit der Höhe der Spannung bei den Gleichstrommaschinen die Schwierigkeiten der Isolation im Kollektor erheblich wachsen. Das ist bei Wechselstrommaschinen bekanntlich nicht der Fall, und erst als man einen brauchbaren Wechselstrommotor zu bauen gelernt hatte und die Spannung durch Transformatoren beliebig steigern und wieder vermindern, die eigentliche Hochspannung also lediglich in die Leitung verlegen und von den Maschinen fernhalten konnte, da war man in der Lage, mit gutem Erfolge elektrische Kraftübertragungsanlagen für große Entfernungen und für große Kräfte zu bauen. Bei dem Orte Lauffen, nicht weit von Heilbronn, bildet der Neckar einen Wasserfall, der etwa 1200 PS hergeben konnte, während die Besitzerin, eine Zementfabrik, nur etwa 900 PS ausnutzen konnte. Um den Überschuß zu verwerten, plante die Zementfabrik im Jahre 1890 eine Kraftübertragungsanlage nach dem etwa 10 km entfernten Heilbronn und faßte auf den Rat Oskar von Millers den Entschluß, Wechselstrom mit Transformatoren zu verwenden. Während der Vorarbeiten kam von Miller, der technische Leiter der für das Jahr 1891 in Frankfurt a. M. geplanten elektrotechnischen Ausstellung, auf den Gedanken, die Energie von Lauffen statt nach Heilbronn zunächst versuchsweise nach dem 175 km entfernten Frankfurt zu übertragen und zum Betriebe elektrischer Anlagen in der Ausstellung zu verwenden. Obwohl der Plan allerlei Bedenken wachrief, entschlossen sich doch die AEG. und Oerlikon, den Plan auszuführen, und so dienten denn tatsächlich die Wasserkräfte des Neckars bald dazu, auf der Ausstellung in Frankfurt den Motor einer Wasserpumpe zu treiben und etwa 1000 elektrische Glühlampen zu speisen. Die Drehstromdynamo in Lauffen arbeitete

mit einer Spannung von 55 Volt, die in Transformatoren auf durchschnittlich 16 000 Volt herauftransformiert, mit dieser Spannung in die Leitung geschickt und dann in Frankfurt durch Transformatoren wieder auf 110 Volt Betriebsspannung herabgesetzt wurde. Die drei blanken Drähte der 175 km langen Leitung, die aus Sicherheitsgründen möglichst auf dem Eisenbahnkörper geführt wurde, hatten je 4 mm Durchmesser und wurden auf Masten mit Oelisolatoren verlegt, welch letztere trotz mancher in der Fachwelt geäußerten Zweifel die hohe Spannung ohne Störung ertrugen und bei Versuchen sogar Spannungen bis zu 30 000 Volt ohne Schaden aushielten, eine Spannung, die heute noch als recht hoch angesehen werden darf, damals aber als geradezu ungeheuerlich betrachtet werden mußte. Der Gesamtnutzeffekt dieser Kraftübertragungsanlage, der ersten wirklich großen Stiles, sowohl hinsichtlich der Entfernung als auch bezüglich der Größe der übertragenen Kräfte, betrug bei einem Leitungsverlust von nur 15% rund 74%, mehr also, als bis dahin auch bei ganz kurzen Entfernungen erreicht worden war, und die praktische Möglichkeit einer wirtschaftlichen elektrischen Kraftübertragung war damit zur Genüge dargetan, wenn auch die Kosten für jede übertragene Pferdekraft sich auf ungefähr 1200 M. stellten, weil die Größe der übertragenen Energie mit 300 PS in einem nur bei dieser Versuchsanlage zu rechtfertigenden Mißverhältnis zur Übertragungsentfernung mit 175 km stand. Direkte wirtschaftliche Erfolge waren aber von den Erbauern der einen Markstein in der technischen Geschichte bildenden Kraftübertragungsanlage Lauffen—Frankfurt auch gar nicht erstrebt worden. Der wirkliche Erfolg ihrer Arbeit fand seinen Ausdruck darin, daß nun in verhältnismäßig rascher Folge, besonders auch in den Vereinigten Staaten und anderen an Wasserkräften reichen Ländern, dann aber auch nicht zuletzt in Deutschland, elektrische Kraftübertragungsanlagen für ständig wachsende Kräfte, immer größer werdende Entfernungen und demzufolge mit immer höheren Spannungen errichtet wurden, und wenn wir heute nicht nur daran denken, sondern schon mit allen Kräften daran sind, unser Land durch Fernübertragung zu elektrisieren, den elektrischen Strom auch in den entferntesten Winkel zu tragen, dann bauen auch die Konstrukteure unserer heutigen Kraftübertragungsanlagen mit mehr als 100 000 Volt noch auf den Erfolgen der vor 25 Jahren von Deutschen auf deutschem Boden geschaffenen ersten praktisch brauchbaren elektrischen Kraftübertragungsanlage Lauffen—Frankfurt, und wir Kinder unserer raschlebigen Zeit können ein leises Staunen darüber nicht unterdrücken, daß die elektrische Kraftübertragung, auf der wir die gesamte Energieversorgung unseres Vaterlandes aufzubauen im Begriffe stehen, erst 25 Jahre alt ist! O. B. [1689]

Apparate- und Maschinenwesen.

Schmiedeeiserne Riemenscheiben ohne Bohrung. (Mit drei Abbildungen.) Ein großer Vorzug der Holzriemenscheiben ist unbestreitbar der, daß sie in ziemlich weiten Grenzen ohne Schwierigkeiten sich dem Wellendurchmesser anpassen, daß eine Holzriemenscheibe für eine größere Anzahl verschiedener Wellendurchmesser ohne weiteres verwendbar ist. Diesen Vorzug mußten eiserne Riemenscheiben bisher entbehren. Neuerdings ist es aber gelungen, in der zweiteiligen schmiedeeisernen Riemenscheibe Bauart Fejaberger von Ingenieur Franz Berger in Brandenburg a. d. Havel eine leichte eiserne Scheibe zu schaffen, die keine Bohrung besitzt und in einfacher Weise auf Wellen verschiedenen Durchmessers fest aufgeklemmt werden kann. Der Kranz der neuen Scheibe ist aus dünnem Stahlblech gebogen, das durch eingenietete Verstärkungswinkeleisen hinreichend versteift und gegen Verziehen gesichert ist. Die Speichen werden durch vier Flacheisen vertreten, die zu je zweien beiderseits der Welle angeordnet und mit dem Scheibenkranze bzw. dessen Verstärkungswinkeln durch Nietung fest verbunden sind. Diese Speichen greifen an den Enden der Scheibenkranzhälften an, sichern also gleichzeitig auch deren Lage und verhindern jedes Unrundwerden der Scheibe an den beiden Stoßstellen. Zwischen die Speichen wird die zum Befestigen der Scheibe auf der Welle dienende Klemmvorrichtung eingeschoben, die in eigenartiger Weise mit den Speichen selbst verbunden wird. Beim Aufbringen der Scheibe auf eine Welle werden zunächst die beiden Klemmbacken

Abb. 91.

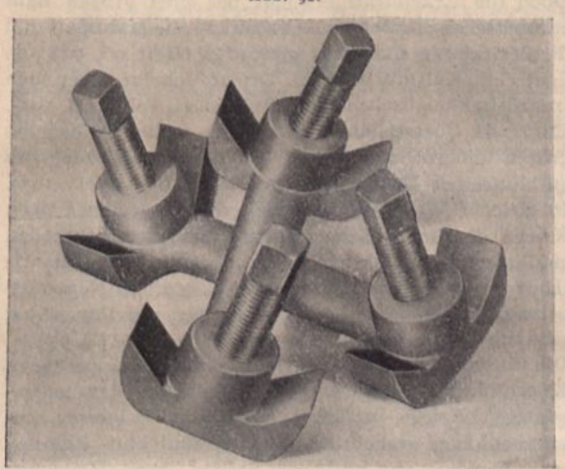


Befestigung der Klemmbacken auf der Welle durch Montageschrauben.

mit Hilfe zweier mit Flügelmuttern versehener Montageschrauben auf die Welle leicht aufgeklemmt, wie in Abb. 91 dargestellt, wobei die mit Führungsleisten und an diesen befestigten kleinen Zeigern versehenen Klemmbacken oben auf der Welle liegen müssen. Diese Klemmbacken, die man als die „Nabe“ der Riemenscheibe anzusehen hat, gehen nun nicht auf die ganze „Nabenlänge“ durch, sie fassen die Welle vielmehr nur an zwei, um nahezu Scheibenbreite auseinanderliegenden Stellen, wodurch gutes Festklemmen und leichte Montage begünstigt werden. Nach dem vorläufigen Festklemmen der „Nabe“ werden die beiden Scheibenhälften so aufgebracht, daß die Speichen in die Führungsleisten der Klemmbacken eingreifen. Dabei stoßen die Scheibenkranzhälften mit ihren Enden genau gegeneinander und werden in dieser Lage durch Prisonstifte und kleine drehbare Haken an den Verstärkungswinkeleisen der Kranzenden gesichert. Dann wird eins der in Abb. 92 erkennbaren, eigenartig geformten Druckstücke, und zwar zunächst das obere, eingeschoben, so daß die unteren Enden seiner Druckschrauben in die auf den Klemmbacken angeordneten Pfannen eingreifen, während die vier Haken unter die beiderseits der Speichen, schräg nach unten zeigend, angenieteten Flacheisenstücke fassen. Beim Andrehen der Druckschrauben

muß also das obere Klemmbackenstück auf die Welle gedrückt werden. Das geschieht nun zunächst nur bis zu dem Maße, daß die an dem oberen Klemmbackenstück angebrachten, schon oben erwähnten kleinen Zeiger auf den auf den Speichen befestigten

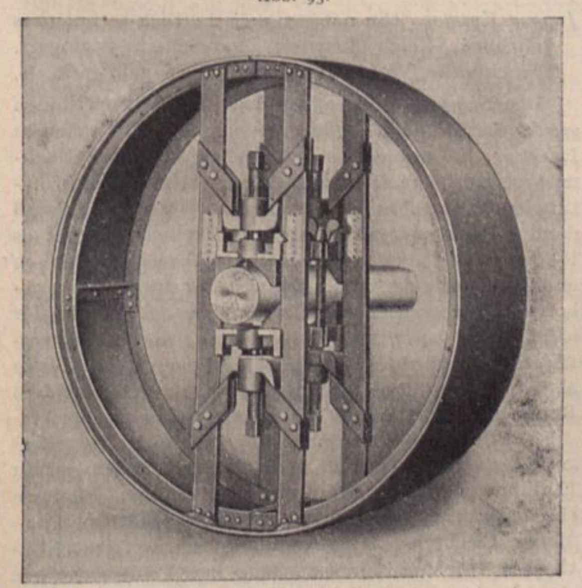
Abb. 92.



Druckstücke zur Verbindung der Speichen mit der Nabe und zum Festklemmen der Nabe auf der Scheibe.

kleinen Skalen auf dem mit dem Durchmesser der jeweiligen Welle bezeichneten Teilstriche stehen. Dann sitzt die Scheibe genau zentrisch zur Welle. Darauf wird das untere, gleichartige Druckstück eingeschoben, auch dessen Druckschrauben werden zunächst leicht angezogen, und schließlich werden alle vier Druckschrauben gleichmäßig fest angezogen, um die Klemmbacken fest auf die Welle zu pressen, wobei natürlich genau darauf zu achten ist, daß die kleinen Zeiger

Abb. 93.



Riemenscheibe Bauart Fejaberger.

genau auf den Teilstrich des richtigen Wellendurchmessers zeigen, da die Scheibe sonst nicht ohne Schlag laufen kann. Zuletzt werden die beiden Montageschrauben entfernt, und die Scheibe ist fertig montiert. Die Fejaberger-Riemenscheibe wird mit 350 bis 1200 mm Durchmesser und in Kranzbreiten von 100 bis 250 mm hergestellt und paßt bei allen genannten Abmessungen ohne weiteres für Wellendurchmesser von 30 bis 80 mm. Be. [1464]

Metallbearbeitung.

Härte und Bearbeitbarkeit der Metalle. Nach einem Bericht des Dr. Keßner*) in einer Monatsversammlung des Darmstädter Bezirksvereins Deutscher Ingenieure sind die Begriffe Härte und Bearbeitbarkeit der Metalle auseinanderzuhalten. Um die Härte an der Oberfläche der Körper, wie z. B. Panzerplatten, Schienen usw., zu ermitteln, werden heute in der Technik Methoden angewendet, die ganz zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Zur Messung des Widerstandes, den ein Metall der Bearbeitung durch schneidende Werkzeuge entgegensetzt, genügen jedoch diese Methoden nicht. Für die Industrie ist die Kenntnis dieses Widerstandes wichtiger als die Kenntnis der Oberflächenhärte. Der Widerstand ist nicht nur von der Härte, sondern auch von der Geschmeidigkeit des Metalles abhängig. Bei der Bearbeitung sind zu berücksichtigen die Form, der Druck und die Geschwindigkeit des eindringenden Körpers. Es ist nachgewiesen, daß die Vorbehandlung eines Metalles, z. B. durch Glühen, rasches und langsames Abkühlen, sowohl auf die Härte als auch auf die Bearbeitbarkeit des Metalles einen bedeutenden Einfluß ausübt. Die „Rücksprunghöhe" bei Kugelfallversuchen liefert keinen Maßstab für die physikalischen Eigenschaften, die als Härte bezeichnet werden. Aus der Kugeldruckhärte lassen sich auch keine Schlüsse auf die Bearbeitbarkeit eines Metalles ziehen. Auf Kugeldruckhärte und Bearbeitbarkeit von Messing ist der Einfluß verschiedener Bleizusätze experimentell festgestellt. Desgleichen wurde nachgewiesen, daß die Bearbeitbarkeit beim Gußeisen mit steigendem Siliziumgehalt zunimmt. Der Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit von Gußeisen ist ebenfalls durch das Experiment festgestellt. Hierbei zeigt es sich, daß alle die Gußeisensorten den Höchstwert der Bearbeitbarkeit erreichen, bei denen ein Höchstbetrag des Gesamtkohlenstoffes als Graphit ausgeschieden ist. Ferner wurden beim schmiedbaren Eisen Beziehungen zwischen Festigkeit, Kugeldruckhärte und Bearbeitbarkeit durch Versuche nachgewiesen. Die Beobachtung ergab hier, daß die Bearbeitbarkeit des schmiedbaren Eisens (mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,1—0,6%) dem Kohlenstoffgehalt und der Kugeldruckhärte direkt proportional ist. S. [1567]

Aus der Technik des Lötens. Zum Gießen eines Lotes benützt man am einfachsten eine flache Steinplatte, welche sorgfältig mit Wasser und Seife gereinigt wurde, damit keine Staubteile oder Sandkörner vorhanden sind, welche sich dem Lote beimischen und an die Lötstelle kommen können. Das flüssige Lötmetall gießt man auf diese Steinplatte und sucht eine eckige Metallplatte zu erzeugen, um aus ihr dann Lötstangen von einigermaßen gleichmäßiger Dicke und Höhe zu erhalten. Dazu teilt man die durch den Guß erhaltene Metallplatte durch Einritzen in gleichmäßige Teile, welche man dann mittels eines Meißels und Hammers abtrennt. Die Stangen sollen, wenn möglich, nicht kürzer sein als 20 cm (*Elektrochem. Zeitschr.* XXII, S. 236).

Um gleichmäßige Lötstangen zu erhalten, werden besondere Gußformen (aus Eisenblech, Gußeisen) ver-

*) *Werkzeugmaschine* 1916, S. 6.

wendet, in denen Rillen für die zu gießenden Stangen ausgespart sind. Aus den eingefetteten Formen lassen sich die Stangen, welche sich beim Erstarren zusammengezogen haben, leicht entfernen, und die Form ist gleich für den nächsten Guß wieder zu verwenden, sofern sie noch genug Fett enthält. Ist die Form durch mehrere Güsse heiß geworden, so kühle man sie mit kaltem Wasser ab.

Das fertige Lot soll sich nicht allzu fettig anfühlen, denn infolge zu vielen Fettes tritt keine vollkommene Verbrennung ein, und zurückgebliebene unverbrannte kohlige Reste lagern sich an der Lötstelle ein und tragen mit bei zur Lockerung des Gefüges. Ferner soll das fertige Lot in allen Teilen eine gleichmäßige Farbe zeigen. Eine hellere Farbe kommt von einem höheren Zinngehalt her und deutet in der Regel auf leichtere Schmelzbarkeit. Die Oberfläche eines jeden Weichlotes zeigt strahlig-kristallinische Ausscheidungen, die „Blumen", welche aus den Kristallen der am meisten Zinn enthaltenden Lotpartikelchen bestehen. Sie sind ein gewisser Maßstab für die Fließbarkeit eines Lotes, und treten sie häufiger auf, so sieht das ganze Lötmetall um so heller aus, und der Zinngehalt ist um so größer und desto leichter fließt es. Ist das Lot zu strengflüssig, so fehlt das Zinn, ist es zu dickflüssig, so fehlt das Blei. In diesen Fällen ist das Lot umzuschmelzen, und die entsprechenden Zusätze sind genau abzuwiegen. Hartlote sind schwieriger herzustellen als Weichlote, denn jene enthalten samt und sonders Zink, welches leicht flüchtig ist, wodurch schon während des Schmelzens oft sehr beträchtliche Änderungen in der Zusammensetzung des Lotes eintreten können. Außerdem werden Hartlote nicht in Stangen gegossen, sondern finden in Gestalt kleiner Körner oder Kügelchen („Granaten") Anwendung. Hartlote enthalten Kupfer und Zink, diese bilden die Legierung Messing; daher nimmt man als Ausgangsmaterial gern Messingabfälle (Gelbgießereien u. a.), deren Zusammensetzung sich leicht ermitteln läßt. [1652]

BÜCHERSCHAU.

Meereskunde. Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer- und Seewesen. Berlin 1914/15, Mittler & Sohn. 8. bzw. 9. Jahrg. 36—40 S. 8⁰. Preis pro Heft 50 Pf.

Heftnummern: 91. *Durch die Magellanstraße.* — 92. *Überland und Übersee im Wettbewerb.* — 93. *Wehr und Schutz der Meerestiere.* — 94. *Nach Deutsch-Guinea.* — 95. *Die Salpeterindustrie Chiles und ihre weltwirtschaftliche Bedeutung.* — 96. *Politische Probleme im westlichen Mittelmeer.* — 97. *Das Seekriegsrecht im jetzigen Krieg.* — 98. *Englands Willkür und bisherige Allmacht zur See.* — 99. *Die südeuropäischen Staaten und unser Krieg.* — 100. *Die überseeische Getreideversorgung der Welt.* — 101. *Antwerpen.* — 102. *Der Kampf um die deutsche Kulturarbeit im nahen Orient.* — 103. *Englands Kohle und sein Überseehandel.* — 104. *Triest und Venedig.*

Die ansprechend ausgestatteten Hefte sind wissenschaftlich gründlich und auch dem Laien leicht verständlich. Zahlreiche Abbildungen und Pläne verdeutlichen das Gesagte und erhöhen den Wert der Werkchen. Teilweise ist ein Literaturverzeichnis angeschlossen, das auch ausländische Schriften umfaßt.

Seit Kriegsausbruch ist, man könnte sagen, über ein ganz neues Literaturthema in der Erdkunde geschrieben worden, das heißt: das wahre Gesicht Englands. Alle unsere Gegner arbeiten, wie sich erst allmählich herausgestellt hat, auf Grund jahrelanger Abmachungen gebunden, für England und lassen ihre Volkskräfte zu Nutz und Frommen „ihres großen Beschützers" verbluten. Und später werden sie es sein, die von Albion hohnlachend mit Füßen getreten und mit nichts für die geopferte Volkswohlfahrt ausgezahlt werden. So hat der Allbeherrscher zur See es schon seit Jahrhunderten gehalten und oft durch sein einfaches „Veto" seinen Vorteil aus einer ihm anscheinend fernstehenden Sache gezogen (Heft 98). Doch die Erkenntnis erwacht bei einer großen Zahl europäischer Staaten; die Gibraltar-, die Marokko- und die Maltafrage sind akut geworden (Heft 96, 99), die deutsche Kulturarbeit im Orient scheint über den französisch-englischen Einfluß siegen zu wollen (H. 102). Englands Überseehandel mit Kohle ist im Sinken begriffen und soll als innerer Grund zur Befehdung des aufblühenden Deutschland geführt haben (Heft 103). In gleicher Weise ist, wie auch wir im gegenwärtigen Kriege deutlich sehen, England bei ununterbrochen geführtem U-Bootskrieg besser auszuhungern als wir (Heft 100). So, wie es die Verbündeten und Neutralen behandelt, stellt es sich auch in der von ihm selbst sanktionierten Ausübung des Seekriegsrechtes (H. 97). — Die übrigen Abhandlungen sind keine ausgesprochenen Kriegsschriften, obgleich sie fast alle mit dem gegenwärtigen Kriege in einem engeren oder loseren Zusammenhange stehen. 91 und 94 sind bloß Reisebeschreibungen, 101 und 104 Städte- bzw. Hafenentwicklungsgeschichten. Für den Verkehrsinteressenten ist „Überland und Übersee im Wettbewerb" (Heft 92) außerordentlich anziehend. Es zeigt, unter welchen Bedingungen der Überlandweg dem zum gleichen Ziele führenden Seeweg vorgezogen wird, und welche Pläne zurzeit zur Abkürzung der großen Seereisen zwischen den einzelnen Kontinenten bestehen. Pinther. [1478]

Der Sammler. Eine Anleitung für unsere Jugend zum wissenschaftlichen Sammeln von Mineralien, Pflanzen und Tieren. Von Dr. Kurt Floericke. Mit zahlreichen Bildern. 200 Seiten. Stuttgart. Franckhsche Verlagshandlung. Preis geb. 2,50 M.

Jugend-Kosmos. Ein naturwissenschaftlich-technisches Jahrbuch. Reich illustriert. 200 Seiten. Stuttgart. Franckhsche Verlagshandlung. Preis geb. 3,60 M.

Den *Sammler* habe ich meinem 14jährigen Jungen geschenkt und meine helle Freude gehabt, mit welchem Eifer er die wenigen schul- und arbeitsfreien Nachmittage zum Sammeln benutzt hat, statt wie bisher naturwissenschaftliche Bücher nur zu verschlingen und dann zu den anderen zu stellen. Freilich versteht es Floericke auch meisterhaft, zur Veranschaulichung und Vertiefung der in der Schule oder durch Lesen gebotenen Anregungen zu führen, und in Anbetracht der nicht mehr bestrittenen Bedeutung, die einem vernünftigen Sammeln naturgeschichtlicher Gegenstände als Erziehungs- und Bildungsmittel zukommt, ist dem Buch eine recht weite Verbreitung zu wünschen.

Auf Einzelheiten können wir hier nicht eingehen, gesagt sei nur noch, daß nach einer sehr lesenswerten Einführung die 3 Hauptkapitel: Steine, Pflanzen (Herbarium, Holz-, Samen-, Knospen-, Blätter-, Pilz-, Moos-, Flechten-, Algensammlung) sowie Tiere (Konchylien, Insekten, Eiersammlung usw.) mit guter nie ermüdender Ausführlichkeit behandelt sind.

Der *Jugend-Kosmos* hat einen vielseitigen aus Naturwissenschaft und Technik zusammengestellten und auch reichlich illustrierten Inhalt. Manches davon ist nicht uninteressant, vieles wird der lesenden Jugend bereits bekannt sein. Das Sachregister enthält nur die wichtigsten Artikel und ist deshalb ungenügend.

Dr. H. Wiesenthal. [1255]